

T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

AĞAÇ BAZLI PANEL ENDÜSTRİSİ SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN
BİR İŞLETMEDE STOK KONTROL POLİTİKALARININ UYGULANABİLMESİ
İÇİN YÖNTEMBİLİM ÖNERİSİ

BİTİRME ÇALIŞMASI

HAZİRAN 2022
TRABZON

T.C.

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

AĞAÇ BAZLI PANEL ENDÜSTRİSİ SEKTÖRÜNDE FAALİYET GÖSTEREN
BİR İŞLETMEDE STOK KONTROL POLİTİKALARININ UYGULANABİLMESİ
İÇİN YÖNTEMBİLİM ÖNERİSİ

Jüri Üyeleri

Danışman: Doç. Dr. Ömer Faruk YILMAZ

.....

HAZİRAN 2022

TRABZON

ÖNSÖZ

Sağlıklı bir stok yönetimi kısa ve uzun vadede işletmelere satış-üretim arasındaki dengeyi kurma, optimal maliyet, verimlilik, maksimum kâr gibi pek çok fayda sağlar. Bu çalışmada KASTAMONU ENTEGRE A.Ş.'nin maksimum kapasite kullandıkları halde siparişlerini zamanında üretemedikleri için kullanıyor olduğu MİP (Malzeme İhtiyaç Planlaması) yazılımının eksik kalması nedeniyle, talep ve arz değişikliklerine daha duyarlı olarak kamçı etkisini azaltan (Demand Driven Material Requirements Planning - DDMRP) yani Talebe Dayalı Malzeme İhtiyaç Planlaması (TDMİP) yazılımına yönelik ön hazırlık çalışması yapılmıştır. Parti büyüklüğü belirleme, TDMİP'nin uygulanabilmesi için temel problem olarak düşünüldüğünden ilk olarak bu probleme odaklanılmıştır. İşletmenin 4 ana hammaddesi için uygun stok kontrol politikaları uygulanması stok kalemleri için yeniden sipariş verme noktası ve maksimum stok miktarı hesaplanması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada bizi destekleyen KASTAMONU ENTEGRE A.Ş.'ye ve bu çalışmanın tüm aşamalarında, her anlamda yanımızda olan, konu ile ilgili bilgi ve deneyimini paylaşan, ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, tez danışmanlığımızı özenle yürüten değerli danışman hocamız Sayın Doç. Dr. Ömer Faruk YILMAZ'a teşekkürlerimizi sunarız.

Tuğçe SONÇAĞ

Buket BOZ

Kübra ŞAHLANAN

Ümit Kaan BOZALI

TRABZON 2022

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
Şekiller Dizini.....	VII
Tablolar Dizini.....	VIII
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR TARAMASI.....	9
3. GERÇEK BİR VAKA UYGULAMASI.....	49
3.1 (s,S) Stok Kontrol Politikası (M,r/S)	49
3.2 Üçgensel Bulanık Sayılar.....	51
3.3 Olasılıksal Üstel Dağılım Yaklaşımı	53
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	72
5. ÇALIŞMANIN EVRENSEL VE TOPLUMSAL BOYUTLARI.....	74
6. GANNT ŞEMASI	75
7. KAYNAKÇA	76
ÖZGEÇMİŞ.....	82

ÖZET

Stok yönetimi, işletmelerin kurum ve kuruluşların taleplerini düzenli bir şekilde karşılayabilmek için oldukça önemlidir. Fazla stok, stok tutma maliyetine sebep olacağı gibi az stok bulundurmanın da bir maliyeti vardır. Bu nedenle işletmeler kendi ürünlerine yönelik stok kontrol politikaları benimsemişlerdir. Stok kontrol politikaları ile optimal stok miktarı bulunur. Ayrıca stok tutma maliyeti, stok bulundurmama maliyeti ve toplam maliyet minimize edilmeye çalışılır.

İşletmeler stok kontrolü için genellikle MİP (Malzeme İhtiyaç Planlaması) sistemini kullanırlar. MİP bilgisayar destekli bir envanter kontrol sistemidir. İşletmeler hammadde miktarlarını tahmin etmek ve teslimatları programlamak için MİP sistemi kullanırlar. MİP ürün ağaçlarını göstererek ürün hakkında bilgi ve yarı mamullerini listeler.

TDMİP ise Talebe Dayalı Malzeme İhtiyaç Planlaması olarak geçer. Sistem sadece kesinleşen talepleri kabul eder. Bu talepler üzerinden üretim ve teslimat programı çıkartır. TDMİP’de kritik tampon stok seviyeleri vardır ve bu tampon alanlar sayesinde stoklar sürekli gözden geçirilerek üretim aksamadan devam eder.

Bu tezde, KASTAMONU ENTEGRE A.Ş. için Talebe Dayalı Malzeme İhtiyaç Planlaması sisteminin uygulanmasına olanak sağlamak amacıyla uygun stok politikaları kullanılarak parti büyüklüğü belirleme çalışması yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Stok Yönetimi, TDMİP, Stok Kontrol Politikaları, Parti Büyüklüğü Belirleme, Stok Maliyetleri.

SUMMARY

Inventory management is highly crucial to meet the demands come from customers i.e. (retailers in wood based panel industry) of institutions and organizations smoothly. Excess inventory causes inventory holding costs, while holding less inventory also has a cost. For this reason, businesses have adopted inventory control policies for their own products. Optimal inventory amount is determined with inventory control policies. In addition, the cost of holding inventory, the cost of shortages inventory and the total cost are aimed to be minimized.

Businesses generally use MRP (Material Requirements Planning) system for inventory control. MRP is a computer-aided inventory control system. Businesses use the MRP system to forecast raw material quantities and schedule deliveries. It lists information about the product and semi-finished products by employing the MRP product trees.

DDMRP, on the other hand, is called Demand Driven Material Requirements Planning. The system only accepts finalized requests. It creates a production and delivery program based on these demands. There are critical buffer inventory levels in DDMRP, and thanks to these buffer areas, the inventories are constantly reviewed and production continues without interruption.

In this thesis, Lot size determination problem are focused for KASTAMONU ENTEGRE Inc. by employing appropriate inventory control policies to enable the implementation of Demand Driven Material Requirements Planning system.

Keywords: Inventory Management, DDMRP, Inventory Control Policies, Lot Size Determination, Inventory Costs.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Çok seviyeli bir ürün ağacı yapısı	3
Şekil 2. Rakamlarla Kastamonu Entegre	5
Şekil 3. Sistem Genel Yapısı	6
Şekil 4. Ele alınan sistem şeması.....	7
Şekil 5.Q-r politikası stok seviyesinin zamana göre değişimi.....	14
Şekil 6. Toplam maliyet grafiği.....	16
Şekil 7. r hesabının normal dağılım üstünde gösterilmesi.....	17
Şekil 8. Kümülatif olasılık yoğunluk fonksiyonun normal dağılım ile tanımı.....	20
Şekil 9. İmalat durumunda Q grafiği.....	22
Şekil 10. Deterministik stok kontrol modeli.....	24
Şekil 11. Stok maliyetleri grafiği.....	26
Şekil 12. Çift sipariş noktası sistemi stok seviyelerinin zamana göre değişimi	27
Şekil 13. Newsvendor problemi $G(Q)$ ve Q arasındaki ilişki.....	32
Şekil 14. (M, T/P) politikasının grafik ile gösterimi	35
Şekil 15. Melez stok politikasının grafik ile gösterimi.....	36
Şekil 16. TDMİP işleminin şeması.....	44
Şekil 17. TDMİP Adımları	45
Şekil 18. Tampon stok seviyeleri	46
Şekil 19. TDMİP kazanımları.....	47
Şekil 20. (S,s) politikasında zaman göre stok seviyelerinin değişimi	50
Şekil 21. Üçgen bulanık sayı üyelik fonksiyonu	51
Şekil 22. Beyaz Boya hammaddesinin tüketimlerinin dağılımı	55
Şekil 23. Beyaz Boya hammaddesinin yıllara ait S,s politikası grafikleri	58
Şekil 24. Uv Lak hammaddesinin tüketimlerinin dağılım grafiği	61
Şekil 25. Uv Lak hammaddesinin yıllara ait S,s politikası grafikleri.....	64
Şekil 26. Siyah Boya hammaddesinin tüketimlerinin dağılımı	67

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Literatür Araştırması	9
Tablo 2. MİP ve TDMİP karşılaştırılması	48
Tablo 3. Beyaz Boya hammaddesinin yıllara göre tüketimleri	54
Tablo 4. Beyaz Boya hammaddesinin varyans ve ortalama değerleri.....	54
Tablo 5. Beyaz Boya hammaddesinin (Q,r) ve (S,s) değerleri.....	56
Tablo 6. Beyaz Boya hammaddesinin yıllara ait toplam maliyeti.....	59
Tablo 7. Uv Lak hammaddesinin yıllara göre tüketimleri.....	60
Tablo 8. Uv Lak hammaddesinin varyans ve ortalama değerleri	61
Tablo 9. Uv Lak hammaddesinin Q,r ve S,s değerleri	62
Tablo 10. Uv Lak hammaddesinin yıllara ait toplam maliyeti	65
Tablo 11. Siyah Boya hammaddesinin yıllara göre tüketimleri	66
Tablo 12. Siyah Boya hammaddesinin gelecek olan talep olasılığı	68
Tablo 13. Siyah Boya hammaddesinin toplam maliyeti.....	69
Tablo 14. Uv Lak Son Kat hammaddesinin yıllara göre tüketimleri	69
Tablo 15. Uv Lak Son Kat hammaddesinin üçgensel bulanık sayı değerleri.....	70
Tablo 16. Uv Lak Son Kat hammaddesinin üçgensel bulanık sayı değerleri (α ile çarpılmış hali).....	71
Tablo 17. Gannt şeması	75

1. GİRİŞ

Stok, talebi karşılamak amacıyla işletmenin elinde bulundurduğu ürün miktarıdır ve işletmenin bilançosundaki en büyük rakamlardan birini temsil etmektedir. İşletmenin elinde çok fazla stok bulundurması, sermayesini kötü yönde etkileyeceği gibi tasarımdan ürün sevkine kadar gerçekleşen tüm süreçlerdeki hataların fark edilerek düzeltilmesini engeller. Diğer taraftan, çok az stok bulundurmamak ise stokların azalmasına ve müşteri kayıplarına yol açacağı için sermayeyi kötü yönde etkileyecektir.

Stok yönetimi, modern işletmelerin operasyonel, dağıtım ve üretiminin kalıcı ve sürekli başarısını karşılaması için en gerekli fonksiyondur. İşletmeler stok yönetimini en iyi ve uygun şekilde yaparsa, müşteri taleplerini zamanında karşılayacak ve ürün maliyetlerini minimize edecektir. Bu sayede işletme rekabette avantajlı olacaktır.

Malzeme ihtiyaç planlaması (MİP), işletmelerin üretim için gerekli malzeme miktarlarını belirleyerek uygun zamanda ve uygun miktarda sipariş vermelerini sağlamak amacıyla kullanılan tahmine dayalı yönetim çizelgeleme ve kontrol tekniğidir. Müşteri taleplerini istenilen termin süreleri içerisinde karşılayabilmek için stok tutulması ya da tahmine dayalı üretim yapılması bir çözüm olarak görülmüştür. Fakat çoğunlukla doğru stok yöntemi uygulanmadığında veya talep miktarında dalgalanma olduğunda, bir miktar talebi belirlenen termin süresinde karşılayamama, ya da tam tersine elde atıl stok kalması gibi istenmeyen durumlar oluşmaktadır. Bunun asıl sebebi taleplerdeki değişimlerin öngörülememesidir. Sipariş taleplerindeki değişiklikler, üretim tesisindeki aksama gibi nedenler tedarik zincirinin alt kısımlarına doğru artarak etkisini göstermektedir ve “Kamçı Etkisi” olarak adlandırılmaktadır. Mevcut verilerin dağılımları incelenip uygun stok politikaları seçilerek bu aksamaları ortadan kaldırmak mümkündür.

Bu çalışmada, KASTAMONU ENTEGRE A.Ş. için gerçek bir vaka ele alınmıştır. İşletme, stok kontrolü ve malzeme yönetimi için MİP sistemi kullanmaktadır. Şekillenen çizelgeler ve planlar ne yazık ki gerçek üretimle uyuşmamaktadır.

Bunun sebebinin talep tahminine dayalı MİP yazılımının eksikliği olarak belirleyen şirket, talebe dayalı MİP yani TDMİP sistemine geçmek istemektedir. Çünkü talep tahmini ile %100 kapasite kullanılsa bile teslimatta gecikmeler yaşandığı görülmüştür. TDMİP ise sadece kesinleşen talepleri ele alarak üretim planı oluşturur.

Bu çalışmada parti büyüklüğü belirleme için vaka çalışması yapılmıştır. Parti büyüklüğü belirleme, TDMİP'nin uygulanabilmesi için temel problem olduğu düşünüldüğünden ilk olarak bu probleme odaklanılmıştır. İşletmenin 4 ana hammadde için uygun stok kontrol politikaları uygulanması stok kalemleri için yeniden sipariş verme noktası ve maksimum stok miktarı hesaplanması amaçlanmıştır.

Stok Nedir?

Stok işletmenin ihtiyaçlarını karşılamak üzere bulundurduğu bitmiş ürün veya çeşitli düzeylerden tamamlanmış parçalar, yarı mamuller ya da hammaddeleri ifade etmek için kullanılan kavramdır. Üretim sürecinde, sürecin aşamaları arasındaki yığılmalar için de ara stok kavramı kullanılmaktadır.

Stoklar işletmeye belirli bir maliyet yüklemekle beraber, stok bulundurmamanın da bir maliyeti vardır. Bu nedenle stok kontrolü işletme yönetimlerinin üzerinde durmaları gereken bir konu haline gelmiştir.

Stok İşlevleri ve Önemi:

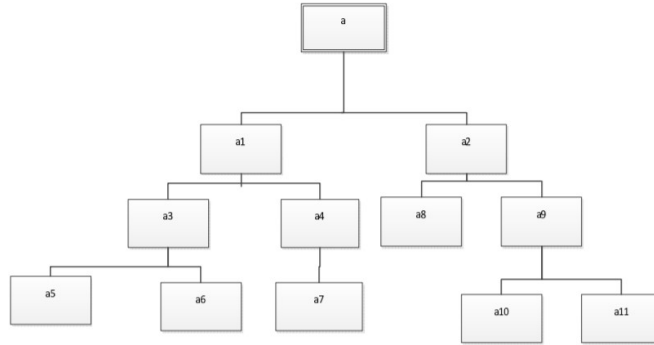
- Fiyat değişimlerine karşı işletmeyi korumak
- Tedarik kaynaklarında yaşanabilecek olumsuzluklara karşı işletmenin sipariş karşılama yeteneğini sürdürülebilir kılmak
- Talebin düzenli bir şekilde karşılanmasını sağlamak
- Üretim sürecinin aksamadan devam etmesini sağlamak
- Üretim sürecini talep dalgalanmalarına uyarlamak

Stok Maliyetleri:

1. Stok Tutma Maliyeti/Elde Bulundurma Maliyeti
2. Sipariş/Hazırlık Maliyeti
3. Stoksuz Kalma Maliyeti (Yok Satma ve Kayıp Satış Maliyetleri)

Ürün Ağacı Nedir?

Ürün ağacı bir ürünü oluşturmak için gereken yarı mamul ve hammaddeleri gösteren bir şemadır. Bir ağacı anımsatan bu şema yol haritası gibidir. Üretim yapan firmalar, üretim sırasında farklı malzemeler kullanılmaktadır. Ürün ağacı hammaddeden ürüne kadar olan süreci miktarları ile gösterir. Ürün ağacı tamamen bu bilgilerden oluşur. Bu şemalar sayesinde ürünün üretiminde kullanılacak olan malzemenin ihtiyaç duyulan miktarları ve tedarik sürelerine ilişkin bilgiler tutularak, ürün üretilmeden önce ne kadar sürede temin edileceği bilgisine ulaşılır. Bu anlamda ürün ağacı firmalar için çok değerlidir. Özet bir şekilde toparlayacak olursak; Ürün Ağacı, bir mamulü üretmek için gerekli olan hammadde ve/veya yarı mamullerin hangi hiyerarşik yapı ve miktarlarda bir araya getirilmesi gerektiğini tanımlayan reçeteler olarak düşünülebilir. ERP (Enterprise Resource Planning) ve üretim programlarında ürün ağacı tanımlamaları yapılırken operasyon bilgileri, operasyon süreleri, iş istasyonu gibi bilgilerde kullanılmaktadır. Ürün ağaçları ürün reçetelerinin birleştirilmesiyle oluşur ve ERP sistemlerinde bu şekilde tanımlanır. Ürün reçetelerinin bir diğer adı malzeme listesi (BOM)'dir. BOM İngilizce "Bill of Material" sözcüğünün kısaltmasıdır. MİP (Material Requirements Planning) sistemlerinde ürün ağaçlarına genellikle depolar, iş istasyonları, operasyonlar da eklenebilmektedir. [1]



Şekil 1. Çok seviyeli bir ürün ağacı yapısı

TDMİP'nin önemi

Talebe dayalı malzeme yönetimi yürüterek hem zamandan hem de gereksiz işlemlerden kurtularak yalın felsefeye ulaşmayı ister. Tutulması gereken maksimum stok miktarını ve yeniden sipariş noktasını optimal şekilde hesaplayarak toplam maliyeti minimize etmeyi amaçlar.

Ele Alınan Sistem Hakkında Bilgi

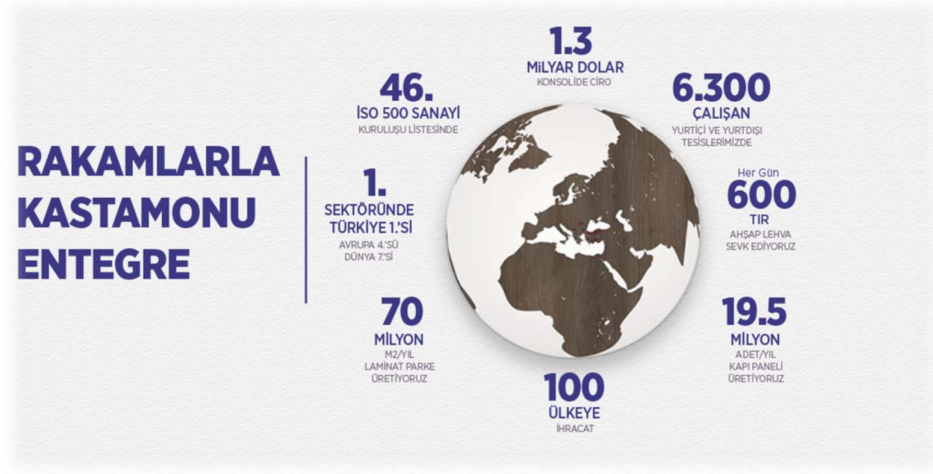
Hayat Holding'in iki lokomotif şirketinden biri olan Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi, ağaç bazlı panel endüstrisinde üretim yapmak üzere 1969 yılında kurulmuş olup şu an sektöründe Türkiye'de 1'inci, Avrupa'da 4'üncü, dünyada ise 6'ncı sırada yer alan global bir güç haline gelmiştir. [2]

Kastamonu Entegre, mobilya, dekorasyon ve inşaat sektörünün ihtiyaç duyduğu ham ve melamin kaplı MDF ve yonga levha, laminat parke, yangına dayanıklı MDF ve yonga levha, neme dayanıklı MDF ve yonga levha, boyalı panel, petek dolgulu dekoratif panel, parlak panel, tezgâh, kapı paneli ürünleri üretmektedir. 1,3 milyar dolar konsolide cirouyla, sektöründe Türkiye'de 1'inci, Avrupa'da 4'üncü, dünyada ise 6'ncı sırada yer alan global bir güçtür. Bugün, yaklaşık 6300 çalışanı ile imalatındaki gücü, bilgisi ve tecrübesiyle, Orta Amerika'dan Hindistan'a 100'den fazla ülkeye yaptığı ihracatla sektör birincisi, İSO ilk 500 Sanayi Kuruluşu arasında 46. sıradadır.

Yurt içinde Kastamonu ve Gebze'de MDF ve yonga levha, Balıkesir, Samsun ve Tarsus'ta yonga levha, Adana'da MDF; yurt dışında ise Romanya'da kapı paneli ve yonga levha, Bosna Hersek'te kraft ambalaj kâğıdı, İtalya ve Bulgaristan'da yonga levha, Rusya'da MDF olmak üzere toplamda 6 ülkede üretim tesisi vardır. ABD'de ise odun yongasının tedarik ve lojistik operasyonunun yönetildiği bir şirketi vardır.

Kastamonu Entegre, bütüncül sürdürülebilirlik yaklaşımı çerçevesinde geliştirdiği üretim prosesleri ve ürünlerin yanı sıra çevrenin korunmasına yönelik projeleri de hayata geçirmektedir. Çevre ve sürdürülebilirlik yaklaşımlarını, yatırım ve büyüme politikaları açısından ön koşul olarak görmektedir.

Kastamonu Entegre, ‘çevre’ konusuna yalnızca ürün açısından değil, hammadde tedarikinden üretimdeki tüm süreçlere bütüncül bir açıdan yaklaşarak, tüm üretim tesislerinde gaz salınımından, enerji, katı ve sıvı atık yönetimine kadar çevre ve doğaya uygun, bu konularda kabul edilmiş standartlar dâhilinde üretim gerçekleştirir.

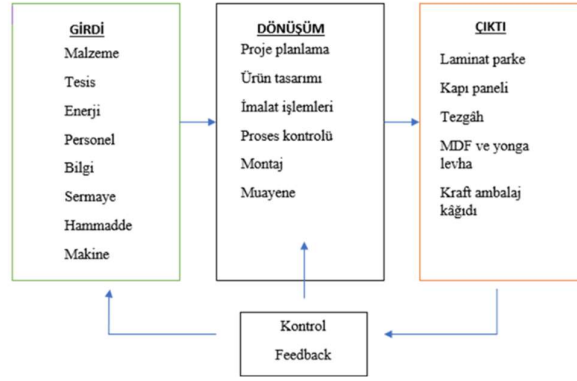


Şekil 2. Rakamlarla Kastamonu Entegre

Üretimde kullanılan hammaddeyi sürdürülebilir kaynaklardan temin eden Kastamonu Entegre, FSC® Orman Yönetim Konseyi sertifikalı hammadde kullanır. Bu hammaddeyi üretimde kullandığı yüksek teknoloji ile birleştirerek, ısıya, ışığa, neme, çizilmeye dayanıklı, insan sağlığına, çevreye ve doğaya zararsız, düşük formaldehit emisyonlu, kullanışlı ürünler haline getirir. “Endüstriyel orman plantasyonlarının tesisi ve geliştirilmesi projesi” çerçevesinde faaliyet gösteren ENAT’ın en büyük ortaklarından biridir. ISO 9001 Kalite, OHSAS 18001 İş Sağlığı ve Güvenliği, ISO 50001 Enerji Yönetimi, dünyanın önemli sertifikalandırma kuruluşlarından WKI tarafından verilen CARB Phase2 (California Air Resources Board) Belgesi ve Turquality Belgesi’ne sahiptir. TSE ve Avrupa Normları’na (EN) uygun üretim yapmaktadır.

Temel hedefi uzun yıllardır yakaladığı çift haneli büyümeyi devam ettirmek olan Kastamonu Entegre, önümüzdeki 10 yıl içinde dünyanın en büyük 5 üreticisi arasında yer alma vizyonu ile çalışmalarını sürdürmektedir. [3]

Şekil 3. Sistem Genel Yapısı



Şekil 4. Ele alınan sistem şeması

Problemin Belirlenmesi

Problemin belirlenmesinde 5 Neden Analizi kullanılmıştır. Belirli bir sorunun altında yatan neden-sonuç ilişkilerini keşfetmek için ana probleme 5 kez “Neden?” diye sorulur. Tekniğinin temel amacı, bir kusur veya sorunun kök sebebini belirlemektir. [6]

Problem:

Üretimdeki gecikmeler nedeniyle siparişlerin verilen termin süresinde müşteriye ulaşmaması.

1. Neden?

SAP APO yazılımındaki eksiklikler nedeniyle sistemin üretime uymaması

2. Neden?

MİP’nin talep tahminine bağlı olarak gerçekleşmesi

3. Neden?

İşletmeye daha uygun olan talebe dayalı MİP (TDMİP) sisteminin rayına oturtulmamış olması.

4. Neden?

İşletmenin maksimum ne kadar üretim yapması gerektiğini ve yeniden sipariş noktasını bilmiyor olması

5. Neden?

Parti büyüklüklerinin belirlenmemiş olması

Problemin Tanımlanması

Stok tutmak işletmeler için avantaj sağlasa da bazen dezavantaj da olabiliyor. İşletmeler kendileri için uygun stok kontrol politikaları kullanarak bu dengeyi sağlamaya çalışıyor. Ancak bazen elde olmayan sebeplerden dolayı ya da gözden kaçan problemlerden dolayı bu dengeyi korumak kolay olmuyor.

Bu çalışma KASTAMONU ENTEGRE A.Ş.'nin stok kontrol politikalarının düzenlenmesi için bir ışık olacaktır.

İşletme stok kontrolü ve malzeme yönetimi için MİP sistemi kullanmaktadır. Ancak talep tahminine göre şekillenen çizelgeler ve planlar ne yazık ki gerçek üretimle uyuşmamaktadır. Bunun sebebi SAP APO (Advanced Planning Optimization) sisteminin açıklığından kaynaklanmaktadır. SAP APO 3 aylık süre için üretim çizelgesi çıkarmaktadır ancak bu çizelgede 3 ayın yaklaşık 1 ayı boşluk olarak gözükmektedir. Ancak işletme durmadan çalışmaktadır ve boş kalma gibi bir ihtimal yoktur. Bunun sebebini talep tahminine dayalı MİP'deki eksiklikler olarak belirleyen işletme talebe dayalı MİP yani TDMİP sistemine geçmek istemektedir. Çünkü talep tahmini ile %100 kapasite kullanılsa bile teslimatta gecikmeler yaşandığı görülmüştür. TDMİP ise sadece kesinleşen talepleri ele alarak üretim planı oluşturur. Ancak talep tahmini ile bile yetişmeyen siparişler, sadece kesinleşen talepler dikkate alınırsa nasıl yetişecek? İşletme bu soruna çözüm aramaktadır.

Bu makalede ele alınan vaka farklı hammadde türlerine yönelik uygun stok politikası kullanarak gerekli parti büyüklüğü belirleme problemidir. Vakada 4 çeşit hammadde üzerinde çalışma yapılmıştır. Hammaddelerin geçmişe dair verilerinde çeşitlilik görülmektedir bu sebeple hammaddelerin özelliklerine göre literatürde yer alan geleneksel stok kontrol yöntemleri ve belirsiz durumlara yönelik yaklaşımlar kullanılarak bir çalışma geliştirilmiştir. Belirlenen stok politikası yardımıyla Talebe Dayalı Malzeme İhtiyaç Planlaması (TDMİP) uygulaması için hazırlık yapılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Tablo 1. Literatür Araştırması

	Yazarlar	Yayın Yılı	Yayınlandığı Dergi	Yayın Adı	Yayın Hakkında Kısa Bilgi	Ele Alınan Yöntemler
1	Merve Şahin Fahrettin Eldemir [7]	2017	Industrial Engineering in the Industry 4.0 Era	Application of Q-R Policy for Non-smooth Demand in the Aviation Industry	Hava endüstrisinde bulunan Türk Hava Yolları Teknik MRO envanterinin Q-r politikası ile belirlenmesi ve envanter maliyetlerinin minimize edilmesini amaçlar.	Q-r (sabit sipariş noktası) politikası
2	Kapuscinski R. Zhang R. Q. Carbonneau P. Moore R. Reeves B. [8]	2004	Informa journal on applied analytics	Inventory Decisions in Dell's Supply Chain	Bu makale Dell'in tedarik zincirinin, revolverlerinin veya tedarikçi lojistiğinin son aşamasında envanter için hedef seviyelerini ölçmek için bir envanter modeli geliştirmesini ve bu model tarafından sağlanan bilgi ve analizle, Dell'in bölgesel malzeme kuruluşları taktiksel olarak revolver envanterini yönetebilir hale gelmesini anlatmaktadır.	Q-r (sabit sipariş noktası) politikası
3	Shen D. K.K. Lai Leung S.C.H Liang L. [9]	2010	International Journal of Systems Science	Modelling and analysis of inventory replenishment for perishable agricultural products with buyer-seller collaboration	Bu makale, iki seviyeli basit bir tedarik zincirinde bozulabilir tarım ürünleri için envanter yenileme modelini inceler. Modeli, bozulabilir tarım ürünlerinin sipariş maliyeti, elde tutma maliyeti, kırılgan maliyeti, bozulma maliyeti ve fırsat kaybı maliyeti ile analiz eder. Toplam maliyeti en aza indiren optimal miktarı bulmayı amaçlar.	Q-r (sabit sipariş noktası) politikası
4	Lau H-S. Lau A. H-L. [10]	2003	Naval Research Logistics	Nonrobustness of the normal approximation of lead-time demand in a (Q, R) system	Bu makale, Optimal (Q, R) veya benzer envanter politikasını hesaplamak için mevcut literatür, normal bir dağılımla normal olmayan bir tedarik süresi talebi ("LTD") dağılımına yaklaşımın güvenli olup olmadığı veya ne zaman olduğu konusunda araştırmayı konu alır.	Q-r (sabit sipariş noktası) politikası
5	P Melchior R Dekker M J Kleijn [11]	2000	Journal of the Operational Research Society	Inventory rationing in an (s, Q) inventory model with lost sales and two demand classes	Bu makalede, kayıp satışları ve iki talep sınıfını içeren bir sürekli gözden geçirme (s, Q) modelini analiz eder.	Q-r (sabit sipariş noktası) politikası

6	Dada M. Hu Q. [12]	2008	Operations Research Letters	Financing newsvendor inventory	Bu makale, Newsvendor politikası ile uygun stok miktarını bulmayı amaçlamıştır. Borçlanma maliyeti çok yüksek değilse, sermayesi kasıtlı gazete satıcısı, ideal olandan daha az bir miktar sağlamak için gazeteciden borç alır. Gazeteci, gazete satıcısının öz sermayesinde azalan bir faiz oranı uygular.	Newsvendor (Tek Periyotlu Envanter) Politikası
7	Yang C. Zhou S.X. Hu Z. [13]	2020	Management Science	Multilocation Newsvendor Problem: Centralization and Inventory Pooling	Bu makale, Her biri bir ürünün rastgele müşteri talebini doldurmak için sipariş miktarına karar veren bir yönetici tarafından işletilen birden fazla perakende mağazasına sahip bir perakendeci ile çok lokasyonlu bir haber satıcısı modelini inceler ve risk değerini CVaR olarak benimser.	Newsvendor (Tek Periyotlu Envanter) Politikası
8	Mieghem J.A.V Rudi N. [14]	2002	Manufacturing & Service Operations Management	Newsvendor Networks: Inventory Management and Capacity Investment with Discretionary Activities	Bu makale, Haber satıcısı ağırları adı verilen, birden çok ürüne ve birden çok işleme ve depolama noktasına izin veren ve tek dönemlik özelliklerinin dinamik ayarlara nasıl yayıldığını araştıran bir model sınıfı sunar.	Newsvendor (Tek Periyotlu Envanter) Politikası
9	M. Dror L. A. Guardiola A. Meca J. Puerto [15]	2008	International Journal of Game Theory volume (page:139-153)	Dynamic realization games in newsvendor inventory centralization	Bu makale, newsvendor politikası yardımıyla ceza ve elde tutma maliyetlerine rağmen, genel olarak boş bir çekirdeğe sahip olan talep gerçekleştirmelerine dayalı ilgili bir envanter merkezileştirme oyununu inceler.	Newsvendor (Tek Periyotlu Envanter) Politikası
10	BRUCE C. HARTMAN MOSHE DROR [16]	2007	Journal of the Operational Research Society	Allocation of gains from inventory centralization in newsvendor environments	Bu makale, bir şirketin, talebi rastgele dalgalanan birkaç mağaza için tek bir ürün envanteri siparişini Newsvendor politikası yardımıyla merkezileştirmeyi amaçladığını anlatır.	Newsvendor (Tek Periyotlu Envanter) Politikası
11	Evans J.R.[17]	1985	Journal of Operations Management	An efficient implementation of the Wagner-Whitin algorithm for dynamic lot-sizing	Bu makale, Dinamik parti büyüklüğü problemi, talebi karşılamak ve maliyeti en aza indirmek için her periyotta tedarik Q'nin programlanması sorunu ele alır.	Wagner-Whitin Algoritması

12	Wagelmans A Hoesel S.v Kolen A.[18]	1992	Inform (Operations Research)	Economic Lot Sizing: An $O(n \log n)$ Algorithm That Runs in Linear Time in the Wagner-Whitin Case	Bu makale, ekonomik parti büyüklüğü problemini $O(n \log n)$ zamanında çözmek için bir algoritma sunar ve Wagner-Whitin durumunun lineer zamanda bile nasıl çözülebileceğini gösterir.	Wagner Whitin Algoritması
13	Nahmas [19]	1982	Operations Research(680-708)	Perishable Inventory Theory: A review	Bu makalede, sabit ömürlü ve sürekli üstel azalan envanter için stok politikalarından bahsedilmektedir. Hem deterministik hem de stokastik talepler göz önünde bulundurulmuştur.	Tüm Stok Politikaları
14	Silver, E. A., Naseraldin, H., Bischak, D [20]	2009	Operational Research 60(9), (1244-1253)	Determining the reorder point and order-up-to-level in a periodic review system so as to achieve a desired fill rate and a desired average time between replenishments	Bu makalede, yeniden sipariş noktası ve sipariş düzeyi belirlemek için periyodik gözden geçirme politikası ele alınmıştır.	Periyodik Gözden Geçirme
15	Ouyang L., Chuang B. [21]	2001	Information and Management Sciences, 12(1), (1-13)	A Periodic Review Inventory-Control System with Variable Lead Time	Teslim sürelerinin ve gözden geçirme sürelerinin karar değişkeni olarak alındığı bu makale, periyodik gözden geçirme stok politikasını ele almaktadır.	Periyodik Gözden Geçirme
16	Tagaras G., Vlachos D. [22]	2001	Management Science, 47(3), (337-491)	A Periodic Review Inventory System with Emergency Replenishment	İki farklı örneği periyodik gözden geçirmeye dayalı stok kontrolüyle ele alan bu makalede, çalışan firma siparişleri düzenli ve periyodik olarak verir ayrıca acil durum siparişi verme seçeneğine sahiptir.	Periyodik Gözden Geçirme
17	Chiang C. [23]	2002	European Journal of Operational Research, 149, (229-244)	Optimal replenishment for a periodic review inventory system with two supply modes	Düzenli siparişler ve acil durum siparişlerinin periyodik olarak verilmesine ilişkin dinamik programlama modelleri geliştirilmiştir.	Periyodik Gözden Geçirme
18	Madduri, V. S. R. [24]	2009	Master Thesis, The Pennsylvania State University The Graduate School Harold and Inge Marcus Department of Industrial and Manufacturing Engineering, Pennsylvania	Iventory Policies for perishable products with fixed Shelf Lives	Bu tez, sabit ve değişken raf ömürlü olan bozulabilir ürünler için stok politikalarının geliştirilmesi ile ilgilidir. Çalışma sonucu sürekli gözden geçirme politikası daha düşük bir işletme maliyeti sağlamıştır.	Periyodik Gözden Geçirme Sürekli Gözden Geçirme

19	Akyurt, İ. Z., Önder E. [25]	2009	Yönetim ve Ekonomi Araştırma Dergisi, 11, (46-54)	Periyodik opsiyonlu yenileme modeli parametrelerinin simülasyon yardımıyla belirlenmesi	İspanyollet üreten bir işletmede periyodik gözden geçirmeye dayalı opsiyonlu yenileme (M,T,r) politikasıyla A tipi stok kalemi olan işlemiş çelik hammaddeyi ele almak gerekçesiyle stok politikasına ait yeniden sipariş ve yenileme noktalarının ne olduğuna karar vermek için simülasyon yardımıyla stokastik model kurulmuştur.	Meloz Sistem (M,T,r /M) Stok Politikası
20	Aslan, Ş. [26]	2015	Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Diyarbakır	Sağlık Sektöründe (S,s) Stok Kontrol Modeli Uygulaması	Bu tezde, bir eczanenin stok sisteminin oluşturulması için sürekli gözden geçirme stok politikası ele alınmıştır.	(s,s) Stok Politikası
21	Aslantaş M. [27]	2019	Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Balıkesir	Bir Transformator Firmasında Stok Kontrol Parametrelerinin Simülasyon Tabanlı Optimizasyonu	Bu tezde, bir transformator fabrikasında ABC Analizi ile belirlenmiş iki stok kalemi için ortalama maliyeti minimize eden periyodik gözden geçirme stok politikası parametrelerinin belirlenmesi için simülasyon tabanlı optimizasyon yaklaşımı kullanılmıştır.	Tüm Stok Politikaları
22	Yılmaz Ö.F. [28]	2012	Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul	Bekleyen Sipariş Durumunda Sürekli Gözden Geçirmeye Dayalı Olasılık (R,Q) Stok Kontrol Modeli ve Depo Yapısı	Bu tez çalışması kapsamında depo ve stok değişkenleri birleştirilmiş ve toplam maliyeti en küçükleyerek stok kararlarını verebilmek amacıyla model geliştirilmiştir.	(Q,r) Stok Politikası
23	Yıldız, Ramazan [29]	2015	Yayınlanmamış yüksek lisans tezi	Ekonomik sipariş miktarı modelinin bir üretim işletmesinde belirli bir ürün grubuna yönelik incelenmesi	Bu tezde, ESM hesaplamalarında iki farklı yöntem uygulanmıştır. Birinci yöntemde, ESM hesaplamaların model kurmadan yanı sıra yüzey metodu (YYM) ile analizler gerçekleştirilmiştir. İkinci yöntem, model kurarak klasik ESM hesaplamasından oluşmaktadır. Seramik ürünlerinin üretimi için 281 çeşit yardımcı malzemeye kullanılmaktadır. Bu malzemeler arasında hangilerinin öncelikli olduğunu belirlemek için Pareto (ABC) analizi yapılmıştır.	Ekonomik sipariş miktarı yöntemi (ESM)
24	Apiliogulları L. [30]	2020	Çankırı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi	Mrp Tabanlı Stok Yönetimleri İçin Talep Değişimine Duyarlı Dinamik Qr Modeli	Bu çalışmada, malzeme ihtiyacı planlama sürecinin talep değişkenliğine karşı daha duyarlı olmasını sağlayacak akıllı ve dinamik bir model algoritması önerilmiştir. Önerilen modelin analitik formülleri çıkarılmış, bilgisayar ortamında simülasyonları yapılarak geçerliliği test edilmiş ve modelin doğru sonuçlar ürettiği gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda stok seviyelerinin, MRP sistemleri arasında çalışacak dinamik ve akıllı algoritmalar üzerinden aşagı alınabileceği sonucuna ulaşılmıştır.	MRP

25	Mazzola, J. B. Neebe A.W. Dunn C.V.R. [31]	1989	International Journal Of Flexible Manufacturing Systems Volume	Production Planning Of A Flexible Manufacturing System In A Material Requirements Planning Environment	Bu makalede , bir malzeme ihtiyaç planlaması (MRP) ortamında esnek üretim sistemi (FMS) nin üretim planlamasını inceleniyor. FMS üretim planlamasını kapalı döngü bir MRP sistemine entegre eden hiyerarşik bir yapı öneriliyor. Bu yapı, FMS/MRP kabataslak kapasite planlama (FMRCPP) problemine, FMS/MRP gruplandırma ve yükleme (FMGL) problemine ve FMS/MRP detaylı çizelgeleme problemine yol açıyor. FMRCPP ve FMGL problemlerini detaylı olarak inceleniyor ve bu problemlerin her biri için matematiksel programlama modelleri sunuluyor.	MRP
26	Lee T.S. Adam E.E.[32]	1986	Management Science	Forecasting Error Evaluation in Material Requirements Planning (MRP) Production- Inventory Systems	Ana Üretim Çizelgesi'nde tanımlan tahmini talep ve tahmin hatasının Malzeme İhtiyaç Planlama (MRP) Sistemleri üzerindeki etkisi araştırıldı. Bilgisayarlı bir simülasyon oluşturuldu. Sonuçlar, tahmin hatasının, özellikle ortalama hatanın, MRP sistemi envanter maliyetlerini ve eksikliklerini etkilediğini göstermektedir; tahmin hatası ne kadar büyük olursa, eksiklikler de o kadar büyük olur. Bu genel ilişkinin bir istisnası, burada incelenen sistemler için geçerli olan, hafif bir tahmin BIAS'nin MRP sistem performansını iyileştirebilmesiydi. Parti boyutlandırma kuralları ve ürün yapısının (malzeme listesi yapısı) da toplam MRP sistemi envanter maliyetlerini ve eksikliklerini etkilediği bulundu.	MRP
27	Inderfurth K. [33]	2009	International Journal of Production Economics	How To Protect Against Demand And Yield Risks In MRP Systems	Bu makalede, stokastik envanter kontrolünden analizler kullanılarak MRP tarafından oluşturulan kontrol kurallarının performansının nasıl değerlendirilebileceği ve MRP için uygun kontrol parametrelerinin nasıl belirlenebileceği gösterilmektedir.	MRP

28	Ming Y. Houe R. Grobot G. [34]	2012	IFAC Proceedings Volumes	MRP-Based Negotiation In Customer- Supplier Relationship	Bu makalede, mevcut belirsiz bağlamda, tedarik zincirlerinin performansını artırmak, ortaklar arasında paylaşılan bir riskle, nihai müşteriye daha iyi bir yanıt sağlamayı amaçlayan ortaklar arasında işbirliği süreçlerini tanımlamayı gerektirir. Gerçek uygulamaların bir analizine dayanarak, bu iletişimde, böyle bir işbirliği sürecinin ne olabileceğini tanımlamak için MRP sürecinin temel alınması öneriliyor.	MRP
29	Torunoğlu Y. E. Akin H.K. Güler N. [35]	2017	International Advanced Researches and Engineering Journal	Material Requirement Planning in a Briquette Factory	Bu çalışmada, briket üretimi yapan, birkaç ana ürün ve yüzlerce hammadde ve yarı mamül kullanan bir firma için malzeme ihtiyaç planlaması yapılmıştır.	MRP
30	Bayard S. Grimaud F. Delorme X.[36]	2021	IFAC-PapersOnLine	Study of buffer placement impacts on Demand Driven MRP performance	Bu çalışma, ayrık bir olay simülatörü ile yürütülen bir deney tasarımına dayanacaktır. 7 farklı tampon yerleşimi ve her biri 3 seviyeli üç tip değişkenlik (müşteri, tedarikçi ve süreç) içeren bir in vitro vaka çalışması içerir.	DDMRP
31	R. Miclo F. Fontanili M. Laurus J. Lamothe B. Milian [37]	2016	IFAC-PapersOnLine	An empirical comparison of MRPII and Demand-Driven MRP	Bu yazıda, bu iki sistemi objektif ve nicel olarak karşılaştırmak için bir vaka çalışması incelenmiştir. Her iki yöntemle ilgili sistem davranışları üzerindeki etkileri değerlendirmek için Ayrık Olay Simülasyonu (DES) yaklaşımı kullanılır. Sonuçlar, DDMRP'nin çıkarları hakkında içgörüler gösterir.	DDMRP
32	Kortabarria A. Apsolaza U. Lizarra L. Amorrortu L. [38]	2018	Journal of Industrial Engineering and Management	Material management without forecasting: From MRP to demand driven MRP	Bu çalışma, MRP'den DDMRP'ye geçtikten sonra bir şirketin evrimini analiz etmektedir.	DDMRP
33	Lee C-J Rim S-C [39]	2019	Hindwai/ Mathematical Problems in Engineering	A Mathematical Safety Stock Model for DDMRP Inventory Replenishment	Bu makale, tutarlı olması için matematiksel olarak tanımlanan DDMRP yenilemesi için alternatif bir emniyet stoğu formülü önermektedir. Ayrıca simülasyon, önerilen formülün, ortalama envanter ve stokluz kalma oranı açısından DDMRP yöneticilerinden ve mevcut emniyet stoğu formüllerinden daha iyi performans gösterdiğini göstermektedir.	DDMRP

34	Azzamouri A. Baptiste P. Dessevre G Pellerin R. [40]	2021	Journal of Industrial Engineering and Management	Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP): A systematic review and classification	DDMRP'nin evrim analizine dayalı olarak, bu çalışma, bu yöntemi bilimsel ve endüstriyel düzeyde daha eksiksiz hale getirmek için daha geniş bir vizyon altında mevcut olgunluk durumunu ve farklı eksikliklerini özetlemektedir.	DDMRP
35	Shofa M.J. Widyarto W.O. [41]	2017	AIP Conference Proceedings	Effective production control in an automotive industry: MRP vs. demand-driven MRP	Bu araştırma, sistemdeki etkin envanter düzeyi açısından DDMRP ve MRP'nin performansını değerlendirerek ve karşılaştırarak bu boşluğu doldurmaktadır. Değerlendirme, Endonezya'daki bir otomotiv şirketinden alınan veriler kullanılarak bir simülasyon aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.	DDMRP
36	Miclo R. Fontanili F. Lauras M. Milan B. Lamothe J. [42]	2015	Conference: 2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM)	MRP vs. demand-driven MRP: Towards an objective comparison	Bu yazıda, bu iki sistemi objektif ve nicel olarak karşılaştırmak için bir vaka çalışması incelenmiştir. Her iki yönetim yöntemiyle ilgili olarak sistem davranışları üzerindeki etkileri değerlendirmek için Ayrık Olay Simülasyonu (DES) yaklaşımı kullanılır. Araştırmanın nihai amacı, DDMRP faydalarının gerçekliğini nesnelleştirmektir.	DDMRP
37	Miclo R. Lauras M. Fontanili F. Lamothe J. Melnik S.A. [43]	2019	International Journal of Production Research	Demand Driven MRP: assessment of a new approach to materials management	Bu yazıda, DDMRP'yi tanıtlıyor ve keşfediliyor. Ek olarak, bir dizi yapılandırılmış bilgisayar simülasyon deneyi yoluyla, yaygın olarak kabul edilen diğer iki yaklaşıma (MRP II ve Kanban/Yalın üretim) göre etkinliği değerlendiriliyor.	DDMRP

38	Kao, C.K. and Hsu [44]	2002	Computers and Mathematics with Applications	A Single Period Inventory Model with Fuzzy Demand	Bu yazıda talep miktarının bulanık olduğu durumda stok kontrolü modeli için optimal sonuçları veren denklemleri elde etmişlerdir	Bulanık Talep
39	Petrovic D. Ve Sweeney E [45]	1994	Computer Integrated Manufacturing Systems	Fuzzy Knowledge-Based Approach To Treating Uncertainty In Inventory Control	Bu yazıda talep tedarik süresi ve stok seviyesinin üçgensel bulanık sayı olduğu bir stok modeli geliştirmişlerdir. Bu çalışmadaki bulanık yaklaşım, belirsiz, kesin olmayan ve eksik bilgi içeren çeşitli stok kontrol politikalarına uygulanabilir.	Üçgensel Bulanık Sayı
40	Björk K [46]	2009	International Journal of Approximate Reasoning	An analytical solution to a fuzzy economic order quantity problem	Gerçek yaşam koşullarında, hem talep hem de teslim süreleri belirsizlik durumunun göz önüne alındığı, hem talebin hem de teslim sürelerinin üçgen bulanık sayılar olarak formüle edildiği optimizasyon problemlerine karşı üretilen analitik çözümleri incelemiştir.	Üçgensel Bulanık Sayı

ABC Analizi

ABC analizi birçok farklı envanter kaleminin olması durumunda envanterleri incelemede yardımcı olur. Bu analiz, envanteri oluşturan elemanların, talep ve fiyat oranlarına göre önem derecelerine dayanarak sıralanmasını göstermektedir. Nicel bir yöntem olan ABC metodu, kritik ile daha az kritik olanları ayırma işlevini gerçekleştirmektedir. Bu analiz, bir envanter sistemindeki kritik ve çok değerli olan stok kalemlerini belirleyerek bunların daha sık kontrol edilmesini sağlamak amacıyla çok sayıdaki stok kalemini 3 gruba ayırır. Stoktaki tüm kalemlere aynı stok yönetim teknikleri uygulamamak için yakın takip ve izleme gerektiren önemli ve kritik kalemler, diğerlerinden ayrıştırılır. A grubu malzemeler sistem için çok önemli ve kritik, değerinde pahalı ve az sayıda bir kalem grubu olarak ortaya çıkar. B grubu malzemeler ise orta değerinde ve A grubundan daha az kritik ve ortalama bir sayıdadır. C grubu malzemeler ise sistem için en az önemli ve en az kritik, değeri ucuz fakat çok sayıda bir kalem grubu olarak ortaya çıkar.

ABC analizi envanter kalemlerinin değer ve sayılarının tüm envanter içindeki kümülatif yüzdelere göre sınıflandırmasından ibarettir. Yüksek değerli A kalemlerinden az miktarda bulundurmamak fakat kontrolü sıklaştırmak ve ayrıntılı kayıtlar gerekli olacaktır. Buna karşın düşük değerli C kalemlerinden bol miktarda bulundurularak kontrol, sipariş ve kayıt işlemleri basit tutulmalıdır. Stok miktarları fazla olduğundan sık sık gözden geçirme ve sipariş işlemlerine gerek yoktur. ABC analizi ile yıllık büyük harcama gerektiren kalemlere dikkat çekmek ve böylece A grubu malların stok düzeylerinin düşürülerek toplam maliyeti azaltmaktır.

A grubu ürünlerin sürekli gözden geçirilmesi gerekir çünkü değerli ürünlerdir. B ve C grubu ürünler ise periyodik olarak gözden geçirilir. [47]

Stok Kontrol Sistemleri (Bağımsız Talep)

Stok kontrol sistemlerinde envanter düzeyi ya sürekli olarak izlenir ya da periyodik kontroller yapılır. Sürekli ve periyodik sistemin beraber uygulandığı melez sistemle de kurulabilir.

Stok kontrol sistemlerini sembolik olarak tanıtmak için (X,Y.../K) notasyonu kullanılacaktır.

X,Y... konumlarında sistemin çalışması için hesaplanması gerekli parametreler bulunurken, K konumu ise sistemin kategorisini belirlemektedir.

$$K = S/P/H/Ö$$

S: Sürekli Kontrol

P: Periyodik Kontrol

H: Melez Sistem

Ö: Özel Stok Problemleri

Q-r sabit sipariş noktalı sürekli gözden geçirme politikası (Q,r//S)

Q-r politikası sürekli gözden geçirmeye dayalı olup sabit sipariş noktası sistemi olarak da geçer. Geleneksel stok kontrol olarak adlandırılmaktadır. Her üçgen bir stok çevrimini tanımlar. Önceden sipariş edilmiş Q adet malzemenin stoka girmesiyle birinci çevrim başlar. Stoklar birim zamandaki ortalama talebi gösteren D hızıyla azalır. Sürekli olarak izlenen stok düzeyi “r” noktasına düştüğü anda Q adet sipariş verilir. Siparişin teslimine kadar geçen süre olan “L” temin süresi sonunda stokların sıfıra düşeceği ve yeni çevrimin başlayacağı beklenir. [48]

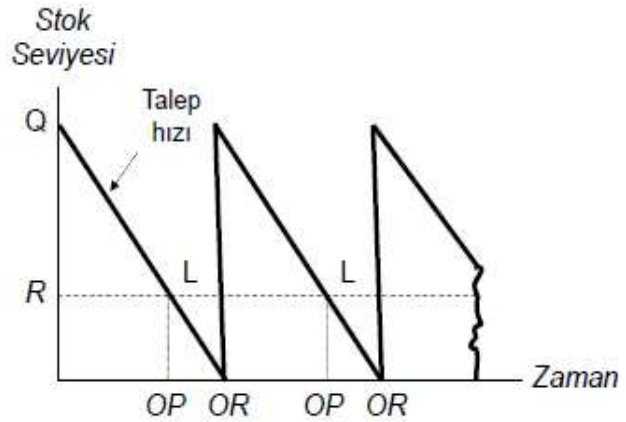
Q: Sipariş miktarı

R: Yeniden sipariş noktası

OP: Siparişin alınması

OR (T): Siparişin teslimi

L: Temin süresi



Şekil 5.Q-r politikası stok seviyesinin zamana göre değişimi

Stok hızının üçgenlerle temsil edilmesi, ortalama talep hızına göre tanımlanan bir plandır. Gerçek tüketim ise basamaklı şekilde azalır.

Hatta sabit kabul edilen T çevrim süresi, stokların r noktasına planlanandan önce veya sonra gelmesine bağlı olarak değişebilmektedir.

Q ve r hesaplanması

Q ve r'nin hesaplanmasında iki farklı yaklaşım vardır.

1. İstatistiksel Yaklaşım:

Q miktarı toplam envanter maliyetini (TM) minimum yapan değerdir. Bu değeri ESM(Q*) adı verilmektedir. ESM*(Ekonomik Sipariş Miktarı)'yi hesaplamak için kurulan TM modeli deterministik yapıdadır ve stok yokluğu durumunu içermez.

r sipariş noktası ise optimizasyona sokulmaz. Yönetim tarafından belirlenen bir servis düzeyini gerçekleyecek bir miktar olması sağlanır.

2. Optimizasyon Yaklaşımı:

TM modeli, r parametresini de içerecek şekilde kurulur. Q ve r birlikte optimize edilir.

Q* hesabı ve r'nin istatistiksel tanımı:

TM = Sipariş Maliyeti + Elde Bulundurma Maliyeti

C_0 = Sipariş partisi başına sipariş maliyeti [PB/sipariş]

C_h = Birim başına dönemsel elde bulundurma maliyeti ($C \cdot k$) [PB/dönem]

k = Stok Tutma Maliyet Oranı

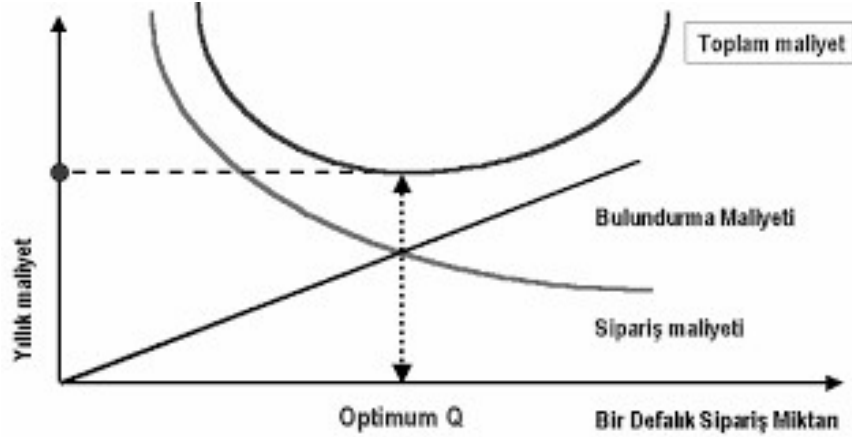
D = Dönemsel talep miktarı [birim/dönem]

T = Çevrim Uzunluğu

D/Q = Yıllık sipariş sayısı

Q = Sipariş miktarı [birim/sipariş]

$$TM = C_0 \times \frac{D}{Q} + C_h \times \frac{Q}{2} \quad (1)$$



Şekil 6. Toplam maliyet grafiği

TM'nin Q'ya göre türev alınır ve Q* formülü bulunur.

$$\frac{\partial TM}{\partial Q} = \frac{-C_0 \cdot D}{Q^2} + \frac{1}{2} \cdot C_h = 0 \quad (2)$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot C_0}{C_h}} \quad (3)$$

Bu yaklaşımda sipariş noktasının maliyete olan etkisi göz önüne alınmaz. Amaç r'nin stok yokluğu olasılığını kabul edilebilir seviyede tutmasıdır.

r hesabı

r yönetimin belirlemiş olduğu servis düzeyini karşılamak için hesaplanan yeniden sipariş noktasıdır. Talep deterministik ise r, tedarik sürecinde oluşan taleptir.

D (talep) ile L (temin süresi) çarpıldığında r noktası bulunur. Ancak bu durumda r sadece ortalama talebi karşılar. Talep değişken olduğunda ortalama hızı aştığı durumlar görülür ve bu durum hesaba katılmalıdır. Eğer r, planda olduğu gibi L süresi içindeki talebi karşılayacak kadar yani $r = L \cdot D$ olarak belirlenirse malzeme yetersizliğine düşülme oranı %50 olacaktır. Bu nedenle sipariş noktası, temin süresindeki ortalama talep üzerine bir emniyet stoku eklenerek bulunmalıdır.

$$r = L * D + ES \quad (4)$$

r = Yeniden sipariş noktası

L = Temin Süresi

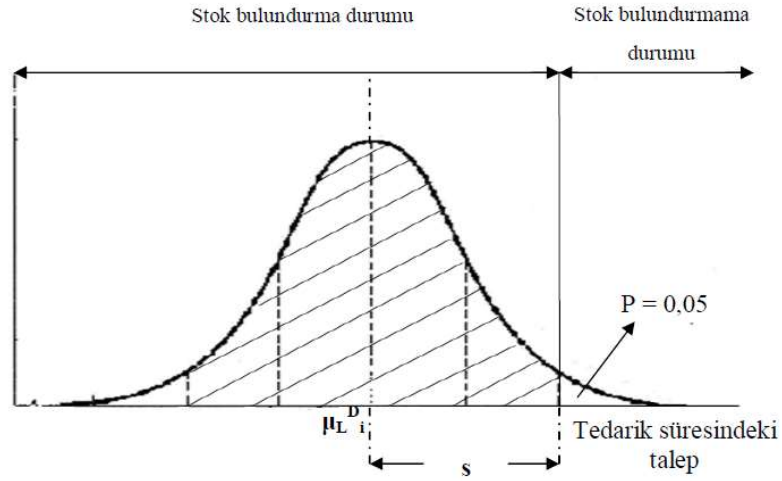
D = Talep

ES = Emniyet Stoku

σ = Standart sapma

Sipariş noktası hesabı, L içindeki talep değişkenliği ile ilgili olduğuna göre, öncelikle x ; talep değişkeni olmak üzere L süresi içindeki $f(x;L)$ talep dağılımını bilmek gerekir.

Örneğin birim zamandaki talep $[N(D, \sigma^2)]$ ise L içindeki talep dağılımı $[N(D*L, L*\sigma^2)]$ dir. Yani normal dağılımın ortalaması " $L*D$ " ve standart sapması " $(L^{1/2})*\sigma$ "dır.



Şekil 7. r hesabının normal dağılım üstünde gösterilmesi

Temin süresi içindeki talebin dağılımını kullanarak hangi r değerinin seçilen servis düzeyini veya $(P(x \leq r))$ olasılığını vereceğini bulmak kolaydır. Bu amaçla önce standart normal değişken dönüşümü yapılır.

$$Z = \frac{r - \bar{x}}{s} = \frac{r - L * D}{\sqrt{L} * \sigma} \quad (5)$$

$$r = \bar{x} + Z * s = L * D + Z * \sqrt{L} * \sigma \quad (6)$$

Q ve r'nin birlikte optimizasyonu

2 durum vardır. Kayıp satış ve yok satma (bekleyen sipariş) durumu için Q ve r optimizasyonu farklılıklar gösterir.

a) Yok Satma (Bekleyen Sipariş) Durumunda;

\bar{x} = temin süresindeki ortalama talep

$r - \bar{x}$ = ortalama emniyet stoğu

$\frac{Q}{2}$ = ortalama aktif stok

$\bar{I} = \frac{Q}{2} + r - \bar{x} \rightarrow$ dönem boyu ortalama stok düzeyi

C_0 = Sipariş partisi başına sipariş maliyeti [PB/sipariş]

C_h = Birim başına dönemsel elde bulundurma maliyeti [PB/dönem]

C_s = Birim başına dönemsel elde bulundurmama maliyeti [PB/dönem]

$\overline{b(r)} = \int_r^\infty (x - r) * f(x) dx \rightarrow$ bir çevrimde beklenen ortalama stok yokluğu miktarı

$$TM = C_0 * \frac{D}{Q} + C_h * \left(\frac{Q}{2} + r - \bar{x} \right) + C_s * \frac{D}{Q} * \overline{b(r)} \quad (7)$$

Toplam maliyetin Q'ya göre türevi alınır ve Q formülü bulunur.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * (C_0 + C_s * \overline{b(r)})}{C_h}} \quad (8)$$

Toplam maliyetin r'ye göre türevi alınır ve r formülü bulunur.

$$F'(r)^* = \frac{C_h * Q}{C_s * D} \quad (9)$$

$F(r)$ = talebin r 'den küçük olma olasılığını tanımlayan değerdir.

$F'(r) = 1 - F(r)$ = talebin r 'den büyük olma olasılığını tanımlar.

b) Kayıp Satış Durumunda;

\bar{x} = temin süresindeki ortalama talep

$r - \bar{x}$ = ortalama emniyet stoğu

$\frac{Q}{2}$ = ortalama aktif stok

$\bar{I} = \frac{Q}{2} + r - \bar{x} + \overline{b(r)}$ → dönem boyu ortalama stok düzeyi

C_0 = Sipariş partisi başına sipariş maliyeti [PB/sipariş]

C_h = Birim başına dönemsel elde bulundurma maliyeti [PB/dönem]

C_s = Birim başına dönemsel elde bulundurmama maliyeti [PB/dönem]

$\overline{b(r)} = \int_r^\infty (x - r) * f(x) dx$ → bir çevrimde beklenen ortalama stok yokluğu miktarı

$$TM = C_0 * \frac{D}{Q} + C_h * \left(\frac{Q}{2} + r - \bar{x} + \overline{b(r)} \right) + C_s * \frac{D}{Q} * \overline{b(r)} \quad (10)$$

Toplam maliyetin Q 'ya göre türevi alınır ve Q formülü bulunur.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * (C_0 + C_s * \overline{b(r)})}{C_h}} \quad (11)$$

Toplam maliyetin r 'ye göre türevi alınır ve r formülü bulunur.

$$F'(r)^* = \frac{C_h * Q}{C_h * Q + C_s * D} \quad (12)$$

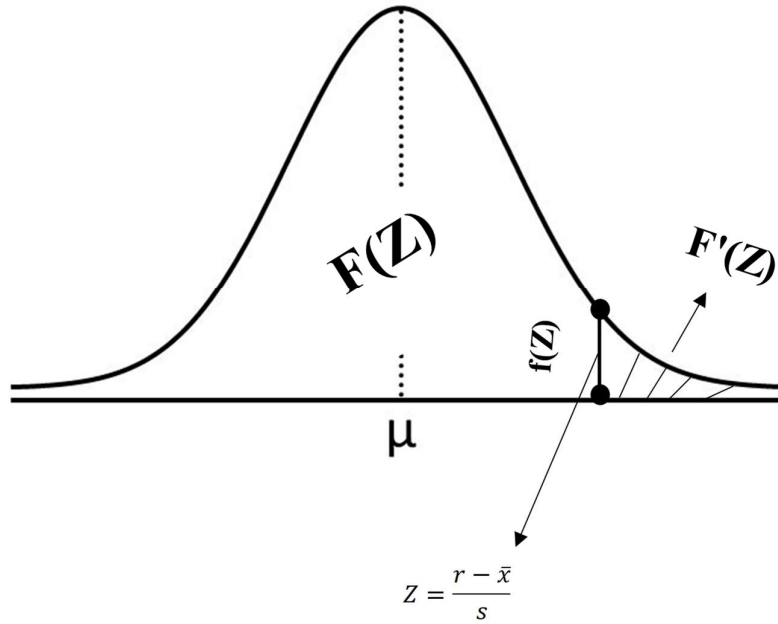
Q ve r'yi beraber bulmak için iki bilinmeyenli denklemi çözmek gerekir.

$$\overline{b(r)} = \int_r^{\infty} (x - r) * f(x) dx \quad (13)$$

$$Z = \frac{r - \bar{x}}{s} \quad \text{olmak üzere;}$$

$$\overline{b(r)} = (\bar{x} - r) * F' \left(\frac{r - \bar{x}}{s} \right) + s * f \left(\frac{r - \bar{x}}{s} \right) \quad (14)$$

s: standart sapma



Şekil 8. Kümülatif olasılık yoğunluk fonksiyonun normal dağılım ile tanımı

Adım 1:

$\overline{b(r)} = 0$ için Q formülü ile Q değeri hesaplanır.

Adım 2:

Q değerini $F'(r)$ formülünde yerine koyarak $F'(r)$ değeri hesaplanır.

Adım 3:

$F'(r)$ 'ye karşılık gelen olasılık için Z standart normal değişkeni tanımlanır.

Adım 4:

Z standart normal değişkeni tanımlandıktan sonra talep (x) ve standart sapma (s) yerine yazılarak r_1 değeri hesaplanır.

$$Z = \frac{r_1 - \bar{x}}{s} \quad (15)$$

Adım 5:

Bulunan r_1 değeri $\bar{b}(r)$ formülünde yerine yazılarak $\bar{b}(r)$ bulunur.

Adım 6:

Adım 1 'e dönülür. Q formülünde $\bar{b}(r)$ 'yi yerine koyulur ve Q hesaplanır. Bulunan Q değeri bir önceki Q değerine eşit mi diye kontrol edilir. Aynı şekilde r bulunur ve bir önceki r'ye eşit mi diye kontrol edilir. Bulunan Q ve r bir öncekilere eşitse algoritma sonlandırılır, değilse eşit olana kadar algoritma devam eder. Böylece optimum Q ve r bulunmuş olur.

İmalat Durumunda Ekonomik Parti Miktarı Belirleme

Stok politikaları genellikle sipariş durumu yani perakendeciler için incelenmiştir. Bu bölümde üretici gözünden imalat durumunda ekonomik parti miktarı belirleme anlatılacaktır.

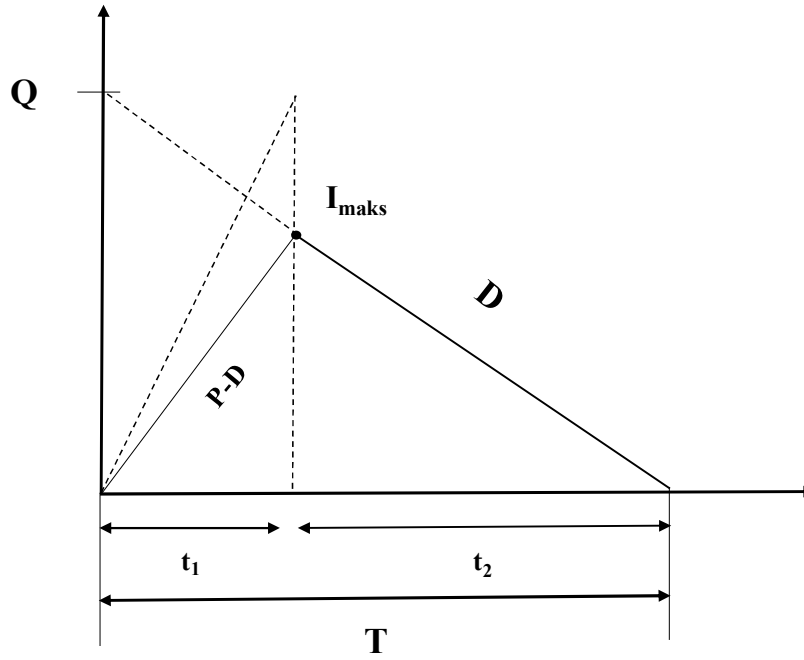
İmalat durumunda ekonomik parti miktarı hesabı için üretim hızı ve talep hızı parametrelerine ihtiyaç vardır. Bunun yanın elde bulundurma, elde bulundurmama, maksimum stok miktarı ve ortalama dönemlik stok parametrelerinin de bilinmesi gerekir.

Partiler halinde üretmenin koşulu;

P = Üretim Hızı (Birim zamanda ne kadar ürün üretildiği)

D = Talep Hızı (Birim zamanda oluşan talep)

$P > D$	olmalı	→	Partiler halinde üretim yapılır.
$P = D$	olursa	→	Sürekli üretim yapılır.
$P < D$	olursa	→	Talep karşılanamaz.



Şekil 9. İmalat durumunda Q grafiği

Stok birikimi $(P-D)$ hızıyla gerçekleşir. t_1 süresi boyunca hem üretim hem tüketim gerçekleşirken t_2 süresi boyunca sadece tüketim gerçekleşir. t_1 süresi boyunca yapılan üretim Q kadardır ancak talep gelmeye devam ettiği için maksimum stok miktarı I_{maks} kadar olacaktır.

İmalat durumunda ekonomik parti miktarı ve toplam maliyet hesabı;

$Q = t_1 * P$ t_1 süresi boyunca yapılan üretim Q kadardır.

$I_{maks} = t_1 * (P - D)$ çevrim süresi sonunda “0” olur ve yeni periyoda geçilir.

Toplam maliyet fonksiyonu;

$$TM = C_0 * \frac{D}{Q} + C_h * \frac{I_{maks}}{2} \quad (16)$$

Imaks Q cinsinden ifade edilirse;

$$Q = t_1 * P \quad (17)$$

$$I_{maks} = t_1 * (P - D) \quad (18)$$

$$\frac{Q}{P} = \frac{I_{maks}}{P-D} \quad \rightarrow \quad I_{maks} = Q * \left(1 - \frac{D}{P}\right) \text{ olur.}$$

Toplam maliyette yerine yazılırsa,

$$TM = C_0 * \frac{D}{Q} + C_h * \frac{Q}{2} * \left(1 - \frac{D}{P}\right) \quad (19)$$

Toplam maliyetin Q'ya göre türevi alınır ve Q formülü elde edilir.

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * C_0}{C_h * \left(1 - \frac{D}{P}\right)}} \quad (20)$$

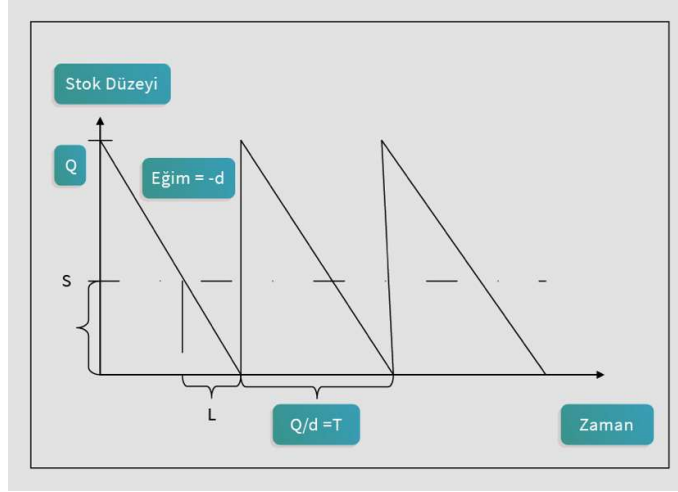
Ekonomik Sipariş Miktarı (ESM) Modeli

ESM Modeli (Ekonomik Sipariş Miktarı), stok modelleri arasında en basiti ve en çok bilinenidir. Bu modelin uygulanabilirliği pek mümkün olmasa da gelişmiş modellere temel teşkil etmesi açısından önemini korumaktadır. Model sabit sipariş maliyeti ile elde bulundurma maliyeti arasındaki ilişkiyi açıklamaktadır.

Bu modelin varsayımları şunlardır.

- Birim zamandaki Talep hızı d biliniyor, sabit ve süreklidir. Buradaki birim zamandan kasıt dakika, saat, gün, hafta, ay, yıl vb. olabilir. Kitaptaki problemlerde genel kullanım yıl olarak alınmıştır. Genellikle ürünlerin olgunluk döneminde karşımıza çıkabilecek bir durumdur.
- Tüm maliyetler biliniyor ve sabittir. Burada C_h elde bulundurma maliyeti, C_0 sipariş maliyeti, c ise birim maliyettir ve tüm bu maliyetler bilinmektedir ve sabittir.
- Tedarik süresi L varsa bilinmektedir ve sabittir.

- Elde bulundurmamaya ya da diğer bir ifade ile stok boşalmasına izin verilmez.
- Yenileme biranda gerçekleşir. Buradan kasıt, bir sipariş verildikten sonra işletmenin deposuna siparişin tamamı bir anda gelir, verilen sipariş bölünerek gelmez.
- Ekonomik sipariş miktarı, tamsayı olmak zorunda değildir ve minimumluk ya da maksimumluk anlamında bir kısıtlama söz konusu değildir.
- Birim maliyet yenileme miktarından bağımsızdır. Yani satın alma ve ulaşım (taşıma) maliyetinde bir ıskonto söz konusu değildir.
- Stok birimi diğer birimlerden bağımsızdır yani toplu sipariş söz konusu değildir.
- Planlama ufku çok uzundur, yani değerler zamandan etkilenmezler.



Şekil 10. Deterministik stok kontrol modeli

ESM modelinde sıfır anında stok sıfıra eşittir, stok boşalmasına izin verilmediğinden ve talep de sürekli olduğundan stokun sıfır anında dolması gerekir ve stok da verilen sipariş tek seferde ve anında dolduğundan stok, sipariş miktarı olan Q miktarı kadar dolar. Yani $t=0$ anında sıfır olan stok düzeyi, biranda gelen siparişle Q kadar dolar. Dolan stok, belli zamanda d hızı ile azalır, yani sürekli gelen talep stok düzeyini sabit bir şekilde düşürür. Bir sonraki siparişin gelme anına bakıldığında stok düzeyinin yine sıfıra düştüğünde siparişin geldiği açıkça görülmektedir.

Yine dikkat edilecek olursa stok düzeyi maksimum Q kadar olmaktadır. I_{\max} Stokun alabileceği maksimum düzeyi göstermek üzere bu modelde $I_{\max} = Q$ kadar olmaktadır.

ESM modelinde amaç optimum Q miktarının bulunmasıdır. Başka bir ifade ile “ne kadar sipariş verilecek” sorusunun yanıtıdır. Bu miktar ise birim zamandaki maliyetler toplamının minimum olduğu nokta olacaktır.

Yani öyle bir Q bulunmalıdır ki stok maliyetleri toplamını minimum kılsın. Eğer birim zaman yıl ise amaç yıllık toplam stok maliyetini minimum yapmak olacaktır.

Burada bir diğer konu ise çevrimdir, bir çevrim iki sipariş arasında geçen süredir. Genelde çevrimin uzunluğu Q/d ile bulunabilir.

Ekonomik Sipariş Miktarı modelinde sabit sipariş miktarının bulunması için değişken maliyetler göz önüne alınarak işlem yapılır. Bunlardan biri hazırlık maliyeti (C_0), bir diğeri ise elde bulundurma maliyetidir (C_h). Yeniden sipariş noktası ise siparişi vermekle siparişin gelmesi arasındaki zamanı ifade eden tedarik süresinden (L) etkilenmektedir. Şekil 8’de görüldüğü gibi birim zamandaki talep kadardır ve stok düzeyi, yeniden sipariş noktasına geldiğinde yenileme yapılır ve Q kadar sipariş verilir. Model deterministik olduğundan stok boşalması mümkün değildir.

Birim zamanda toplam maliyeti bulmak içinse bazı maliyetleri bilmek gerekmektedir.

Bir Çevrimdeki Sipariş Maliyeti = C_0 Olduğuna göre birim zamandaki sipariş maliyeti şu şekilde olacaktır.

- Birim zamandaki sipariş maliyeti = $\frac{d}{Q} C_0$ (21)

Burada d birim zamandaki talep olduğundan, talebin sipariş miktarına bölünmesi ile, birim zamanda kaç defa sipariş verildiği bulunmuş olmaktadır. Sabit sipariş maliyeti C_0 ile çarpıldığında da birim zamandaki toplam sipariş maliyeti bulunmuş olacaktır.

Bir diğer stok maliyeti ise, elde bulundurma maliyetidir ve birim zamandaki elde bulundurma maliyeti şu şekilde hesaplanır.

- Birim zamandaki elde bulundurma maliyeti = $\frac{Q}{2} C_h$ (22)

Bu denkleme göre, işletme stokunda ortalama $Q/2$ kadar stok bulundurmaktadır ki kabullenme, ortalama stok düzeyinin $Q/2$ olduğu şeklindedir.

Çünkü her çevrimde stok düzeyi lineer olarak Q miktarından 0 miktarına düşmektedir. Tüm çevrimler aynı olduğundan ortalama stok düzeyi için bu söylenir.

Bir diğer maliyet kalemi ise stok birimine ödenen birim maliyettir ve birim zamandaki toplam birim maliyet ya da satın alma maliyeti aşağıdaki denklemdeki gibi bulunur.

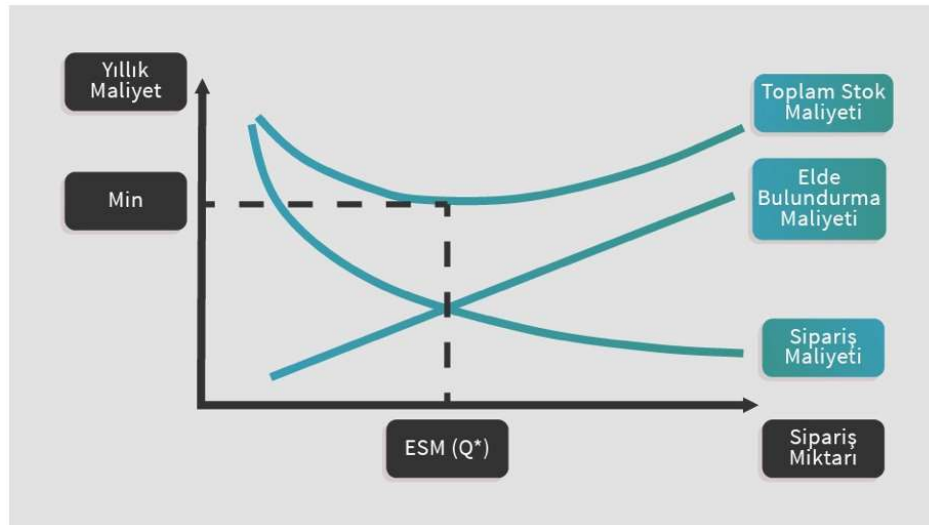
$$\text{Birim zamanda satın alma maliyeti} = d * c \quad (23)$$

Birim satın alma maliyeti ESM modelinde eşit olduğuna göre, ESM hesabında kullanılmamaktadır.

Tüm bu stok maliyet kalemlerini bir arada topladığımızda aşağıdaki denklem oluşacaktır.

$$\text{Birim zamandaki toplam maliyeti} = \frac{d}{Q} C_s + \frac{Q}{2} C_h + d \times c \quad (24)$$

Birim zamandaki toplam maliyet eğrisi aşağıdaki şekildeki gibi gösterilebilir.



Şekil 11. Stok maliyetleri grafiği

Amacımız hatırlandığı üzere toplam maliyeti minimum yapan Q değerini bulmaktır. Buradaki Q'ya, toplam maliyeti minimum kılan Q* değeri denirse, bu formülün birinci dereceden türevinin sıfıra eşitlenmesi ile minimum değeri bulunacaktır.

Buradan da ekonomik sipariş miktarı aşağıdaki denklemdeki gibi olacaktır.

$$ESM = Q^* = \sqrt{\frac{2dC_s}{C_h}} \quad (25)$$

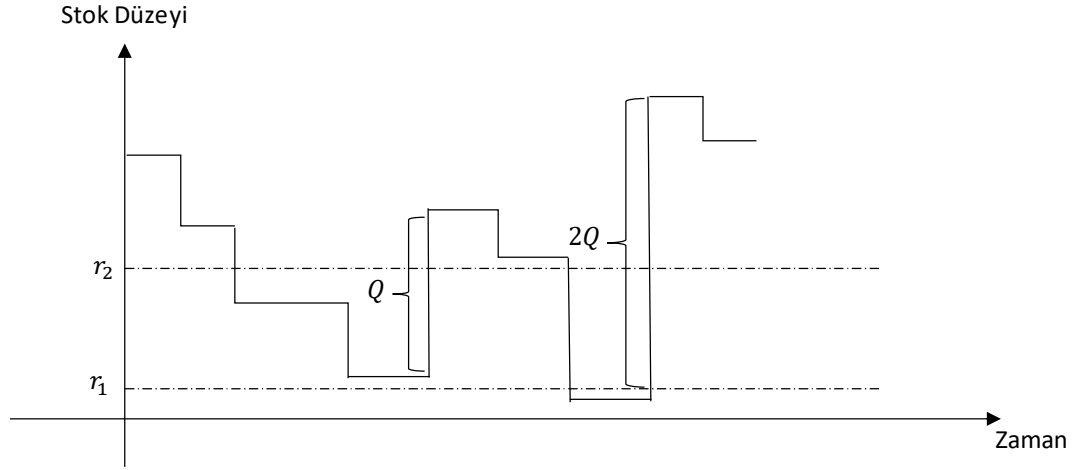
Bu formül, bilinen Ekonomik Sipariş Miktarı Modelidir.

Ekonomik Sipariş Miktarı modelinde sipariş miktarı (Q) sabittir ve sipariş, belli bir stok miktarına düşüldüğünde verilir. Bu noktaya “yeniden sipariş noktası” (s) denmektedir. Yeniden sipariş noktasının bulunması ise şekilde görüldüğü gibi sipariş süresi ile direkt olarak ilgilidir. Öyle bir noktada yeniden sipariş verilmelidir ki, tedarik süresi L geçtiğinde yani stok sıfıra düştüğünde tekrar Q kadar birim stoka girsin. İşte bu nokta ise ikinci soru olan “ne zaman sipariş verilecek” in cevabını vermektedir. Yeniden sipariş noktası aşağıdaki denklemdeki gibi hesaplanır. [29]

$$\bullet \quad s = d \times L \quad (26)$$

Çift Sipariş Noktası Sistemi ($Q, r_2, r_1 // S$)

Eğer stok miktarı r_2 'nin altına düşerse Q kadar sipariş, r_1 'in altına düşerse 2Q kadar sipariş verilir.



Şekil 12. Çift sipariş noktası sistemi stok seviyelerinin zamana göre değişimi

Tek Periyotlu Envanter Sistemi (Newsvendor Problemi) (Q//Ö)

Newsvendor problem, Edgeworth'ün mevduat sahiplerinden rastgele para çekme işlemlerini karşılamak için optimal nakit rezervlerini belirlemek için merkezi limit teoremini kullandığı 1888'den beri ortaya çıkıyor. Chen, Cheng, Choi ve Wang'a (2016) göre, "haberci" terimi ilk olarak Morse ve Kimball'un (1951) adlı kitabının bir örneğinde kullanılmıştır. Modern formülasyon, Kenneth Arrow, T. Harris ve Jacob Marshak.[50]

Haber satıcısı (veya gazete bayii veya tek dönemli) modeli, optimal envanter seviyelerini belirlemek için kullanılan operasyon yönetimi ve uygulamalı ekonomide matematiksel bir modeldir. Tipik olarak sabit fiyatlar ve bozulabilir bir ürün için belirsiz talep ile karakterize edilir. Envanter düzeyi Q ise, Q üzerindeki her talep birimi potansiyel satışlarda kaybolur. Bu model aynı zamanda belirsiz bir talep karşısında o günkü gazeteden kaç tane stoklayacağına karar vermesi gereken bir gazete satıcısının karşılaştığı duruma benzetilir ve günün sonunda satılmayan kopyaların değersiz olacağını bilerek gazete satıcısı problemi veya gazete satıcısı problemi olarak da bilinir.

Amaç, stokları yenilemek için tek bir fırsat altında tek bir dönem planlama ufku boyunca kontrol etmektir.

Bu stok politikasında yeniden sipariş noktası yoktur çünkü tek periyottur. Bir kere satın alındığı için C_0 sipariş maliyeti yok sayılır. Q 'yu sadece elde bulundurma ve elde bulundurmama maliyetleri etkiler.

Başlangıç stok miktarı 0'dır.

Newsvendor Problemi'nin Özellikleri:

1. Tek dönem sorunu – her dönem verilen sipariş kararı
2. Talep belirsizdir.
3. Talep gerçekleşmeden sipariş verilir.
4. Dönem başına yalnızca bir kez sipariş verilebilir.
5. Çok fazla sipariş vermenin bir maliyeti (elde bulundurma maliyeti) ve çok az ürün sipariş etmenin bir maliyeti (elde bulundurmama) vardır. [51]

Haber satıcısı, dönem sonu envanteri pozitifse, kalan birim başına o kadar para birimi "overage (elde bulundurma)" maliyetle karşı karşıya kalır. Tersine, haber satıcısı, dönem sonu envanteri negatifse, birim açık başına "underage (elde bulundurmama)" para birimi kadar maliyetleriyle karşı karşıya kalır. Amaç, beklenen toplam maliyeti en aza indiren optimal sipariş miktarını Q bulmaktır, $G(Q)$, beklenen toplam fazla kullanım ve karşılanamayan talep maliyetlerinden oluşur.

Parametreler:

C_o (Overage Cost) : Talep bilindiğinde sipariş edilen stok miktarından bir birim fazla sipariş etmenin maliyetidir. Dönem sonu elde kalan stokun maliyetidir.

C_u (Underage Cost) : Talep bilindiğinde sipariş edilen stok miktarından bir birim daha az sipariş etmenin maliyetidir. Karşılanamayan talebin maliyetidir.

Q : Stok miktarı (Periyot başında satın alınan miktar).

D : Talep

2 tür maliyet kalemiyle karşı karşıyayız.

1. Elde bulundurma maliyeti
2. Elde bulundurmama maliyeti

$$\text{Elde bulundurma} \quad \rightarrow \quad \max\{Q - D, 0\} = \begin{cases} Q - D & \text{eğer } Q \geq D \\ 0 & Q \leq D \end{cases}$$

$$\text{Elde bulundurmama} \quad \rightarrow \quad \max\{0, D - Q\} = \begin{cases} D - Q & \text{eğer } Q \leq D \\ 0 & Q \geq D \end{cases}$$

Newsvendor probleminin 2 türü vardır.

1. Sürekli dağılımlar için
2. Kesikli dağılımlar için

Sürekli Dağılımlar için Newsvendor Problemi

Talep sürekli bir dağılıma uyum sağlar. Yani deterministik değildir. Bir dağılıma uyma zorunluluğu yoktur. Ampirik dağılıma da sahip olabilir.

Maliyet Fonksiyonu

$$G(Q, D) = C_0 * \max(0, Q - D) + C_u * \max(0, D - Q) \quad (27)$$

Beklenen maliyet değerini minimize etmeye çalışıyoruz çünkü talebi bilmiyoruz. Bu nedenle toplam maliyetin beklenen değerini bulmaya çalışıyoruz. Bir rassal değişkenin uzun vadede alacağını düşündüğümüz değer beklenen değerdir.

Sürekli dağılımlar için,

$$\text{Bir rassal değişkenin beklenen değeri} \quad \int_{-\infty}^{\infty} x * f(x) dx \quad (28)$$

$$\text{Bir fonksiyonun beklenen değeri} \quad \int_{-\infty}^{\infty} g(x) * f(x) dx \quad (29)$$

$$G(Q, D) = E[G(Q, D)]$$

$$G(Q) = C_0 * \int_0^{\infty} \max(0, Q - x) * f(x) dx + C_u * \int_0^{\infty} \max(0, x - Q) * f(x) dx \quad (30)$$

Beklenen maliyet fonksiyonu;

$$G(Q) = C_0 * \int_0^Q (Q - x) * f(x) dx + C_u * \int_Q^{\infty} (x - Q) * f(x) dx \quad (31)$$

$$\frac{dG(Q)}{dQ} = C_0 * \int_0^Q 1 * f(x) dx + C_u * \int_Q^{\infty} (-1) * f(x) dx \quad (32)$$

İntegralli fonksiyonun türevi alınırken “Leibniz’s kuralı” uygulanır. (1) nolu ifadeden (2) nolu ifadeye bu kuralla geçilir.

Leibniz's Kuralı

$$\frac{\partial G(Q)}{\partial Q} \int_{a(t)}^{b(t)} G(x, t) dx = \frac{\partial b(t)}{\partial t} * G(b(t), t) - \frac{\partial a(t)}{\partial t} * G(a(t), t) + \int_{a(t)}^{b(t)} \frac{\partial G(x, t)}{\partial t} dx \quad (33)$$

$$\int_0^Q 1 * f(x) dx = F(Q) \quad \rightarrow \text{Kümülatif olasılık yoğunluk fonksiyonu}$$

$$\int_Q^\infty (-1) * f(x) dx = 1 - F(Q) \rightarrow \text{Kümülatif olasılık yoğunluk fonksiyonu tümleyeni}$$

(2) nolu denkleme uyarlırsak;

$$C_o * F(Q) - C_u * (1 - F(Q)) = 0 \quad (34)$$

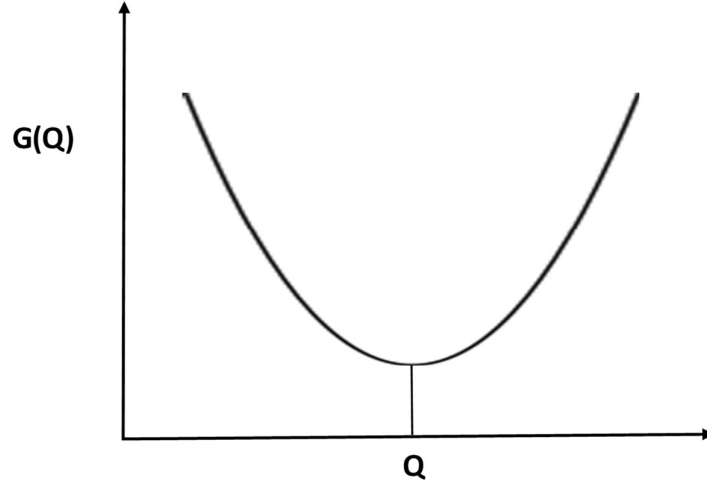
$$F(Q) = \frac{C_u}{C_o + C_u} \quad (35)$$

$F(Q) = x$ rassal değişkeninin herhangi bir değere eşit veya küçük olma olasılığıdır.

Konveks fonksiyonun yerel minimum noktası vardır. Bu fonksiyonun konveks olduğunu anlamamız için ikinci türev alınır.

$$\frac{\partial^2 G(Q)}{\partial Q^2} = (C_o + C_u) * f(Q) \geq 0 \quad (36)$$

olduğundan fonksiyon konvekstir ve yerel minimumu vardır.



Şekil 13. Newsvendor problemi $G(Q)$ ve Q arasındaki ilişki

Optimal Q değeri bulunur ve bu Q toplam maliyeti minimize eder.

Kesikli dağılımlar için Newsvendor Problemi

C_o dönem sonu stok maliyeti, C_u karşılanamayan talebin maliyeti ve talebe karşılık gelen olasılık (p_i) ile talebin kesikli değerler aldığı durumdur (D_i for $i \in \{1, 2, \dots, n\}$).

Ayrıca, $TC(Q)$ bazı Q sipariş büyüklüklerinden kaynaklanan beklenen toplam maliyeti gösterebilir. Talebin kesikli olduğu durumda, talep değerinin kesikli değerden küçük veya eşit olma olasılığı kritik orandan büyük veya ona eşittir. [52]

$$[P(D \leq D_i) = \sum_{k=1}^i p_k] \geq \frac{C_u}{C_o + C_u} \quad (37)$$

Taban Stok Sistemi

Çok değerli ürünler için uygulanan bir politika. Var olan üründen 1 adet bile azaldığında hemen yeni sipariş verilir.

Tek aşamalı taban stok sisteminde; (B^* , $Q=1$ // Ö)

B^* ; Taban Stok Seviyesi

Ürün çok değerli olduğu için sipariş maliyeti önemszenmez. Önemli olan ürünün satıcının elinde olmasıdır.

Örneğin lüks otomobiller, değerli mücevherler, pırlanta vs. gibi ürünler bu stok sisteminde değerlendirilir. Bir adet bile azalması durumunda yeni sipariş verilerek stok seviyesi B^* 'ye çıkartılır.

Bu sistemde yok satma ve kayıp satış durumlarıyla karşılaşılabilir.

Kayıp satış; Müşteriden gelen talebin karşılanamaması ve ertelenememesi durumunda yitirilen satışlardır.

$$Q=1, D=\text{Talep} \quad (38)$$

$$\bar{b} = \int_b^{\infty} (x - B) \cdot f(x) \cdot dx \quad (39)$$

$$T.M. = C_0 \cdot D + C_h \cdot (B - \bar{x} + \bar{b}) + C_s \cdot D \cdot \bar{b} \quad (40)$$

Leibniz's İntegral Kuralı uygulanır.

$$F'(B^*) = \frac{C_h}{C_h + C_s \cdot D} \quad (41)$$

Yok satma: Örneğin bir makinenin önemli bir parçasındaki eksiklik yüzünden siparişini alıp satışını yaptıktan sonra ileri bir tarihte teslim etmek, yani elinde olmayan bir ürünü önceden satmaktır.

$$T.M. = C_0 \times D + C_h \cdot (B - \bar{x}) + C_s \times D \times \bar{b} \quad (42)$$

Leibniz's İntegral Kuralı uygulanır.

$$F'(B^*) = \frac{C_h}{C_s \cdot D} \quad (43)$$

\bar{b} = Stok yokluğu miktarı

C_0 = Sipariş maliyeti

D = Talep

C_h = Elde bulundurma maliyeti

C_s = Elde bulundurmama maliyeti

$(B - \bar{x}) = \text{Güvence stoku}$

$F'(B^*) = \text{Gelen talebin stoktan büyük olma olasılığı}$

Periyodik Gözden Geçirmeye Dayalı Stok Politikası (M,T//P)

Periyodik gözden geçirmeye dayalı stok politikasına göre stok sayımı veya gözden geçirme, her T periyodunda yapılmaktadır. Kontrol prosedüründe, her T periyodunun sonunda stok miktarına bakılır ve sipariş verilip verilmeyeceği eğer verilecekse stok miktarını M seviyesine yükseltmek için ne kadar sipariş verileceği belirlenmesidir.

Periyodik gözden geçirme stok politikaları, B ve C kalemi stoklar için daha az kontrol gerektiğinden dolayı uygulanır. Belirli aralıklarla büyük miktarlarda sipariş verilir ve ulaşımdan tasarruf edilir.

Bu modelde yeniden sipariş noktası yoktur, en yüksek sipariş noktasına kadar her gözlemde sipariş verilir. Dolayısıyla yenilemeler arasındaki süre sabit, sipariş miktarı değişken, tedarik süresi ise hem sabit hem değişken olabilmektedir. Oluşan yüksek elde bulundurma maliyeti ve sipariş maliyeti bu yöntemin en büyük dezavantajıdır. [28]

$$Q_i = \sqrt{\frac{2C_I}{C_{Hi}.D_i}} \quad (44)$$

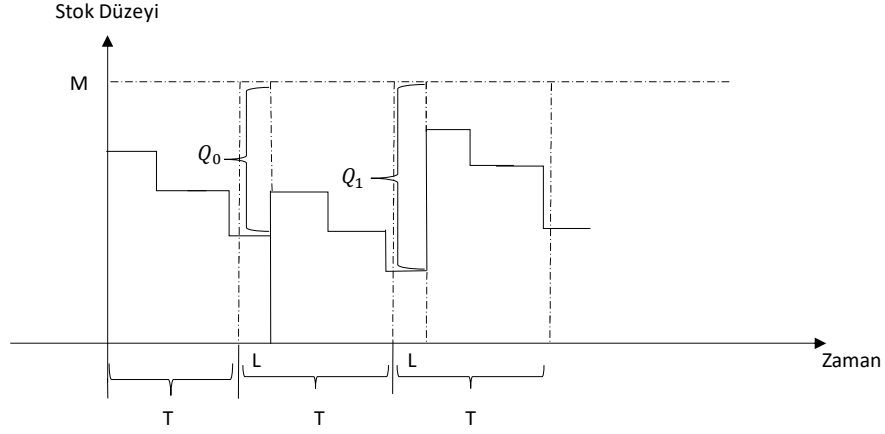
$$M = (D \times (L + T) \times z \times \sigma_D \times \sqrt{(L + T)}) \quad (45)$$

$D \times (L + T)$: $L + T$ süresinde oluşan talep

$$TM = \frac{C_0}{T} + \frac{1}{2} \times T \times D \times C_h + (z \times \sqrt{T + L} \times \sigma) \times C_h \quad (46)$$

$$\frac{1}{2} \times T \times D \times C_h: \text{Aktif stoktan kaynaklanan } C_h$$

$$(z \times \sqrt{T + L} \times \sigma) \times C_h: \text{Güvence stoğundan kaynaklanan } C_h$$



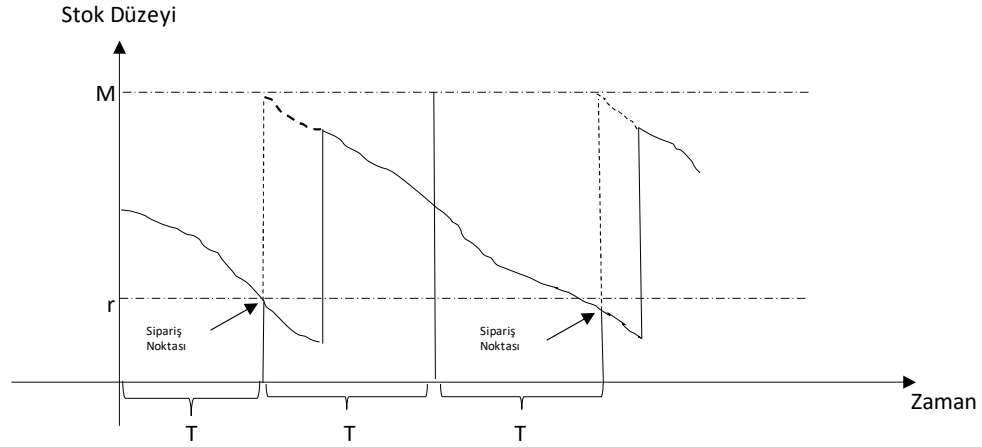
Şekil 14. (M, T/P) politikasının grafik ile gösterimi

Şekil 17’de görüldüğü gibi stok kontrolleri T periyotlarında yapılmakta ve (M) stok seviyesine yükseltilmektedir.

Melez Sistem (M,T,r //M)

Melez Sistem, (M,T,r) stok politikası ya da Opsiyonlu Yenileme Stok Kontrol Modeli olarak bilinir. Bu sistem (s,S) ve (Q,r) sistemlerinin bir kombinasyonu görülür. Bu modelde, (T) gözden geçirme periyotlarını (r) yeniden sipariş noktasını, (M) ise üst stok seviyesini temsil etmektedir. Her (T) birim zamanda stok kontrol edilir, eğer stok düzeyi (r) noktasının altında ise (M) seviyesine kadar siparişler verilir.

Stok sistemlerinin tek ürünlü olduğu sistemlerde ikmal, stok ve sipariş verme ve stok maliyetlerini azaltma açısından bu yöntemin diğer yöntemlere oranla daha iyi olduğu. [53]



Şekil 15. Melez stok politikasının grafik ile gösterimi

Wagner Whitin Algoritması

Bu yöntem dinamik programlama modeline dayalı matematiksel bir optimizasyon işlemidir. t dönemli tek ürünli tek aşamalı dinamik parti büyüklüğü problemleri için optimal çözüm verir.

Temel olarak Wagner-Whitin yöntemi, planlama döneminin her bir dönemindeki net ihtiyaçları karşılamak için mümkün olan tüm alternatifleri değerlendirir.

Wagner-Whitin yöntemi de sipariş verme ve elde bulundurma maliyetlerinin toplamını en küçükmeye çalışır. Bu yöntem diğer sipariş büyüklüğü yöntemlerinin etkinliğini ölçmede bir standart olarak kullanılabilir. [54]

Bu algoritmanın varsayımları ise aşağıdaki gibidir:

- Talepler ve maliyetler dönemler itibari ile değişkendir,
- Siparişler gecikmesiz olarak bir anda karşılanmaktadır,
- Yok satmaya izin verilmez,
- Dönem başı ve dönem sonu stok miktarı sıfırdır.

Eğer dönem başı stok sıfır ise, bu stok değeri ilk talepten düşülerek algoritma öyle çalıştırılır. Dönem sonunda stok olması isteniyorsa ise bu miktar son dönem talebine eklenerek algoritma çalıştırılır.

Burada sorun n dönemi süresince satın alma ve stokta tutma maliyetlerini en küçükleyecek Q_1, Q_2, \dots, Q_n miktarlarını bulmaktır.

Belirlenen bir dönem için talep miktarı bütün olarak dönem içindeki bir alımla veya önceki dönemde yapılan bir alımla karşılanmaktadır. Bu durum optimum bir çözüme ulaşmak için, alım işlemlerinde $QT=0$ veya $D_t+D_{t+1}+\dots+D_k$ olduğunda ihtiyaç olduğunu belirtmektedir.

Formülasyon ise şu şekilde olmaktadır:

$$F_k = \min \{F_j + M_{jk}\} \quad (47)$$

$$M_{jk} = a_{j+1} + c_{j+1} * Q_{j+1} + \sum_{t=j+1}^{k-1} h_t * l_t \quad (48)$$

$$F_0 = 0 \quad (49)$$

F_k = 1. dönemden k. döneme kadar olan maliyetler

M_{jk} = (j+1). dönemden k. döneme kadar olan maliyetler

K'dan önceki son yeniden üretim (rejenerasyon) noktası j'dir. j'de stok sıfıra inmekte, j+1'de ise üretime başlanmaktadır. K'ya kadar olan üretim buradan karşılanmaktadır. Yani (j+1),(j+2),.....,k'nın talebi karşılanmaktadır.

j+1, j+2,.....,k periyodundaki ihtiyaçlar j+1 dönemindeki üretimle karşılanacağı için ;

$$X_{j+1} = D_{j+1} + D_{j+2} + \dots + D_k \quad (50)$$

1966 yılında Zangwill, Wagner – Whitin'in algoritmasına benzer ancak yok 27 satma durumunda söz konusu olduğu çözümün baştan sona veya sondan başa doğru yapılabilirdiği deterministik üretim planlaması modeli geliştirmiştir.

Florian ve Klein 1971 yılında Wagner-Whitin'in yöntemine benzer her dönemde üretim kapasitesinin değişmediği, yok satmanın söz konusu olduğu durumda tek aşamalı üretim sistemlerinde parti büyüklüğünün belirlenmesi için bir algoritma geliştirmişlerdir.

Love 1972 'de üretilecek ve stokta tutulacak miktarlar için alt ve üst sınırların olduğu, kapasite için herhangi bir kısıtlamanın olmadığı durum için parti büyüklüğünü hesaplayan ve en iyi çözüm veren bir algoritma geliştirmiştir.

Wagner-Whitin tek seviye için en iyi sonucu vermekle beraber hesaplaması oldukça zor ve gerçek hayattaki değişken sayısı ile kısıt sayısı dikkate alındığında neredeyse imkansızdır.

Malzeme İhtiyaç Planlaması (Bağımlı Talep) Nedir ?

MİP, işletmelerin malzemeye dayalı yatırımlarını en aza indirerek üretimdeki verimliliği artırmak ve alıcılara yapılan hizmetlerini geliştirmek amacıyla kullandıkları bir yönetim çizelgeleme ve kontrol tekniğidir. Çoğu işletme maliyetlerini azaltmak ve etkili bir gelişme için MİP sistemlerini kullanmaktadır.

MİP sistemi, stok maliyetlerini düşürmenin yanı sıra programlama etkinliğini geliştirme ve pazardaki değişikliklere hızlı yanıtlar verebilme imkânı sunmaktadır. Bu durum işletmelerin kalite ve verimliliklerine yansıtacağından işletmeler değişen iş koşullarına ayak uydurmada ve rekabet ortamında başarı elde edeceklerdir.

MİP sistemleri aynı zamanda verileri doğru, faydalı, anlamlı ve kullanışlı bilgilere dönüştüren sistemlerdir. Bu tür sistemlerin kullanılmasıyla üretim verimliliği büyük ölçüde artacaktır.

Bir MİP sisteminin başarılı olabilmesi için etkili bir planlama, yeterli bilgisayar desteği, doğru veri, yönetimin desteği ve kullanıcı bilgisi gerekmektedir.

MİP, tahmin edilemeyen veya beklenmeyen durumlar karşısında yeniden planlama ve programlama ile malzeme eksikliklerini veya fazlalıklarını önlemeyi sağlayacak kadar önceden tahmin etme yeteneğine sahiptir.

İşletmeler satın aldıkları malzeme türlerini ve miktarlarını stratejik olarak yönetmeli, hangi ürünlerin hangi miktarlarda üretileceğini iyi planlamalı, müşterilerinin taleplerini karşılayabilmeyi minimum maliyetle mümkün kılmalıdır. Dolayısıyla stok seviyelerinin kontrolü, parçalar için önceliklerin ayarlanması ve kapasite ihtiyacının belirlenmesi MİP sisteminin üç önemli fonksiyonudur. [57]

MİP'nin Geçmişi

MİP'den önce ve bilgisayarların endüstriye hâkim olmadan önce, imalat ve envanter yönetiminde EOQ (ekonomik sipariş miktarı) gibi yeniden sıralama noktası (ROP) / yeniden sipariş miktarı (ROQ) tipi yöntemler kullanılmıştır.

Joseph Orlicky, 1964 yılında Toyota İmalat Programına bir cevap olarak malzeme ihtiyaç planlaması (MİP) geliştirdi. MİP'yi kullanan ilk şirket, 1964'te Black & Decker, proje lideri olarak Dick Alban'dı. Orlicky'nin 1975'teki Malzeme İhtiyaç Planlaması kitabında, Üretim ve Envanter Yönetimi'nde Yaşamın Yeni Yolu alt başlığı bulunmaktadır. 1975 yılına gelindiğinde, MİP 700 şirkette hayata geçirildi. Bu sayı 1981'e kadar yaklaşık 8000'e yükselmiştir.

Oliver Wight 1983'te MİP'yi üretim kaynak planlaması (MİP II) olarak geliştirmiştir. 1980'lerde Joe Orlicky'nin MİP'si, Oliver Wight'ın üretim planlaması (MİP II) haline getirildi ve bu planlama, kaba kesim kapasitesi planlaması, kapasite gereksinimleri planlaması, 1983'teki S & OP ve diğer kavramları klasik MİP'ye getirdi. 1989'da yazılım endüstrisinin yaklaşık üçte biri Amerikan endüstrisine satılan MİP II yazılımıydı (1,2 milyar dolarlık bir yazılım). [58]

MİP'nin Amacı

Bir MİP sistemi üç amacı aynı anda bulmayı amaçlamaktadır:

1. Malzemelerin üretim için mevcut olduğundan ve müşterilere teslim edilmek üzere ürünlerin mevcut olduğundan emin olun.
 2. Mağazadaki mümkün olan en düşük malzeme ve ürün seviyesini koruyun
 3. Üretim faaliyetlerini, teslimat programlarını ve satın alma faaliyetlerini planlayın.
- [58]

MİP'nin Faydaları

Stokların azalması, verimliliğin artması, satın alma maliyetlerinin azalması, satış fiyatlarının düşmesi, daha iyi müşteri hizmetleri, pazar talepleri için daha iyi cevap, boş zamanın azalması, hazırlık ve bozma maliyetlerini azaltması MİP'nin faydalarındandır.

Malzeme gereksinimlerini izleme, siparişler için en ekonomik tutar boyutlarını belirleme, güvenlik stoku için gereken miktarları hesaplama, çeşitli ürünler arasında üretim zamanı tahsis etme ve gelecek için planlama yapma MİP sisteminin diğer avantajları arasındadır. [57]

MİP'nin Dezavantajları

Verilerin bütünlüğü. Envanter verilerinde, malzeme listesinde (genellikle 'BOM' olarak anılacaktır) veriler veya ana üretim çizelgesinde herhangi bir hata varsa, çıktı verileri de yanlıştır ("GIGO": çöp içeri girilir, çöp çıkarılır) . Veri bütünlüğü, döngü sayımı ayarlarında yapılan yanlışlıklar, girdi ve çıktıları alma hataları, rapor edilmeyen hurda, atık, hasar, kutu sayısı hataları, tedarikçi konteyner sayısı hataları, üretim raporlama hataları ve sistem sorunları nedeniyle de etkilenir. Çekme sistemleri uygulayarak ve barkod taramasını kullanarak bu hataların çoğunu en aza indirebilirsiniz. Bu sistem türündeki çoğu sağlayıcı, sistemin yararlı sonuçlar vermesi için en az%99 veri bütünlüğü önerir.

Sistemler, bir fabrikanın bir ürünü bir bileşen parçalardan yapması ne kadar süreceğini (kullanıcıların hepsinin mevcut olduğu varsayılarak) belirtmesini gerektirir. Buna ek olarak, sistem tasarımı, imalatteki "kurşun süresinin", yapılan her miktar eşyanın miktarına veya fabrikada eşzamanlı olarak yapılan diğer ürünlere bakılmaksızın aynı olacağını varsaymaktadır.

Bir imalatçının fabrikaları farklı şehirlerde hatta ülkelerde olabilir. Bir MİP sistemi için bir miktar malzeme sipariş etmemiz gerekmediğini söylemek iyi değil, çünkü binlerce kilometre uzakta bolluk var. Genel ERP sistemi, envanter ve ihtiyaçları bireysel fabrika tarafından organize edebilmeli ve her bir fabrikanın, genel işletmelere hizmet etmek için bileşenleri yeniden dağıtılabilmesini sağlamak için ihtiyaçları birbiriyle iletişim kurabilmelidir. Bu, işletmedeki diğer sistemlerin hem bir MİP sistemi uygulamaya başlamadan önce hem de gelecekte doğru şekilde çalışması gerektiği anlamına gelir. Örneğin, ürünün ilk kez (kusurlar olmadan) ortaya çıkmasını sağlayan çeşit azaltma ve mühendislik gibi sistemler yerinde olmalıdır.

Tasarım, değişen tasarımı olan bir bölüm için hem eski tasarım hem de yeni tasarım için müşterilerin siparişlerini eşzamanlı olarak uyguluyor olabilir.

Genel ERP sisteminin, MİP'nin her iki versiyon için ihtiyaçları ve izlemeyi doğru bir şekilde hesaplayacağı şekilde parçaları kodlayan bir sistemi olması gerekiyor. Parçalar MİP hesaplamalarından daha düzenli olarak mağazalara girip çıkmalıdır. Bu diğer sistemler iyi manuel sistemler olabilir, ancak MİP'ye bağlanmalıdır.

Örneğin, MİP hesaplamalardan hemen önce yapılan 'dolaşmak' stok alım miktarı, küçük bir envanter için pratik bir çözüm olabilir (özellikle "açık mağaza" ise).

MİP'nin diğer önemli dezavantajı, hesaplamalarında kapasiteyi hesaplamamanın başarısız olmasıdır. Bu, işgücü, makine veya tedarikçi kapasite kısıtlamaları nedeniyle uygulanması imkânsız sonuçlar verecektir. Bununla birlikte, bu büyük ölçüde MİP II tarafından ele alınmıştır. Genel olarak, MİP II, entegre finansal sistemler içeren bir sistemi ifade eder. Bir MİP II sistemi sonlu veya sonsuz kapasite planlamasını içerebilir. Ancak, gerçek bir MİP II sistemi olarak düşünülmesi finansal şartları da içermelidir. MİP II (veya MİP2) konseptinde, ön üretim verilerindeki dalgalanmalar, ana üretim çizelgesinin simülasyonu da dahil olmak üzere dikkate alınarak uzun vadeli bir kontrol oluşturulur. [9] MİP2'nin daha genel bir özelliği satın alma, pazarlama ve finansman alanlarına yayılması (şirketin tüm fonksiyonlarının entegrasyonu), ERP bir sonraki adım olmuştur. [58]

Bağımlı Talep ve Bağımsız Talep

Bağımsız talep, talebin bitki veya üretim sistemi dışından kaynaklandığı; bağımlı talep ise bileşenler için taleptir. Malzeme listesi (BOM), nihai ürün (bağımsız talep) ile bileşenler (bağımlı talep) arasındaki ilişkiyi belirtir. MİP, BOM içindeki bilgileri girdi alır. Bir MİP sisteminin temel işlevleri şunlardır: stok kontrolü, malzeme faturası işlenmesi ve temel zaman çizelgesi. MİP, kuruluşların düşük envanter seviyelerini korumasına yardımcı olur.

Üretim, satın alma ve teslim etme faaliyetlerini planlamakta kullanılır. "İmalat organizasyonları ürünlerine bakılmaksızın aynı günlük pratik problemle karşı karşıyalar – müşteriler ürünlerin hazırlanmasından daha kısa sürede kullanılmasını istiyor, bu da bir miktar planlamanın gerekli olduğu anlamına geliyor" dedi.

İşletmeler, satın aldıkları malzemelerin çeşitlerini ve miktarlarını kontrol etmeli, hangi ürünlerin hangi miktarlarda üretileceğini planlamalı ve mevcut ve gelecekteki müşteri taleplerini mümkün olan en düşük maliyetle karşılayabilmelerini sağlamalıdır.

Bu alanlardan herhangi birinde kötü bir karar vermek işletmenin para kaybetmesine neden olacaktır.

Aşağıda birkaç örnek verilmiştir:

Bir işletme üretimde kullanılan miktarı yetersiz miktarda satın alırsa (veya yanlış öge) zamanında ürün tedarik etmeye ilişkin sözleşme yükümlülüklerini yerine getiremeyebilir.

Bir işletme aşırı miktarda bir madde satın alırsa, para harcanmaktadır – fazlalık miktarı nakit bağlarken, hiç kullanılmayabilecek stok kalır.

Bir siparişin yanlış zamanda üretilmesine başlarsanız, müşterinin teslim tarihlerinin kaçırılmasına neden olabilir. MİP, bu sorunlarla baş etmek için bir araçtır. Birkaç sorunun yanıtlarını sunar:

- Hangi öğeler gerekiyor?
- Kaç taneye gerek var?
- Ne zaman zorlanıyorlar? ...

MİP hem dış tedarikçilerden hem de daha karmaşık öğelerin bileşenleri olan dahili olarak üretilen alt montajlara satılan ürünlere uygulanabilir. [58]

MİP'nin Kullanım Alanları

MİP sistemleri, hızla gelişim gösteren iş dünyasına uyum sağlayabilmek ve rekabet ortamında başarı sağlayabilmek amacıyla birçok işletme tarafından kullanılmaktadır. MİP sistemlerini en çok kullanan sektörler; ilaç sektörü, yiyecek ve gıda sektörü, tekstil sektörü, kimya sektörü, otomotiv sektörü ve elektronik sektörüdür. [57]

TDMİP Nedir?

TDMİP, geleneksel MİP'nin işlevselliğini geliştiren bir malzeme kontrolü ve yenileme yaklaşımı olan talebe dayalı malzeme ihtiyaç planlamasının (MİP) kısaltmasıdır. TDMİP talep odaklı olduğundan, tanımı gereği daha hassastır ve üretim tesislerinde kısıtlıya, üretim kesintilerine ve kaosa neden olabilecek talep ve arzdaki değişikliklere karşı daha duyarlıdır.

Talep odaklı yenileme olarak da adlandırılan TDMİP, MİP'nin ikame değil, isteğe bağlı bir uzantısıdır. ERP kullanan birçok üretici için MİP yeterlidir; ancak TDMİP, özellikle değişken bir ortamda daha iyi çalışmasına yardımcı olur. [59]

TDMİP Metodolojisi

TDMİP bir bilgisayar çözümünden çok bir metodolojidir. Beraberinde planlama anlamında süreç değişikliği gerektirmektedir. Dolayısı ile uygulamadan önce bu metodolojinin dinamiklerini anlamak kritik öneme sahiptir. Tedarik süreleri, kesinleşmiş veya öngörülebilir sipariş terminlerinden daha uzun olan, forecast uygulayan veya tüketime dayalı planlama metotları kullanan işletmelerde uygulanması tavsiye edilir.

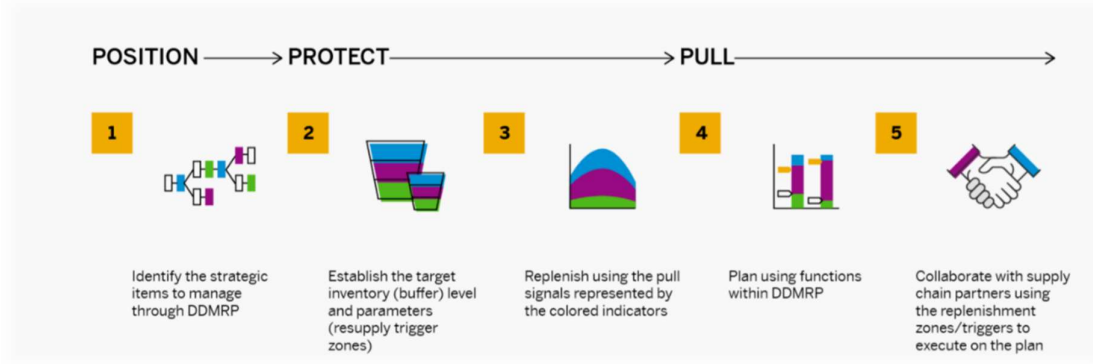
TDMİP metodolojisini özetlemek gerekirse, stratejik stok kalemleri için belirli istatistiksel yöntemler ile hesaplanmış emniyet, yeniden sipariş ve maksimum stok seviyeleri tanımlamak böylece kamçı etkisini sönmölemektedir. Klasik MİP metodolojisinin aksine planlama sonrası “sıfır envanter stoku hedeflenmez”, stok tutmayı gerektirir. Belirlenen stok seviyeleri “tampon seviyeler” olarak adlandırılır, kırmızı, sarı ve yeşil renkler ile temsil edilir. Hesaplama formüllerinde ortalama günlük tüketim, tedarik zamanı, değişkenlik faktörleri, minimum sipariş miktarı, tedarik döngü süresi gibi parametreler kullanılır. Her seviyenin hesaplama yöntemi ve kullanım amacı farklıdır.

Kırmızı bölge emniyet stokunu ifade eder, stok bu bölgede ise risk durumu vardır, hali hazırdaki tedarik önerilerinin denetlenmesi, mümkün ise tedarik sürecinin hızlandırılması gerekir. Mevcut tedarik önerilerinde bir gecikme yaşanmadıkça stokun bu seviyeye inmeyeceği öngörölür. Sarı bölge yeniden sipariş seviyesi, yeşil bölge ise maksimum stok seviyesidir. Stok sarı bölgede ise yeşil bölgenin en üst sınırına ulaşacak şekilde tedarik önerisi oluşturulur. Stok yeşil bölgenin üst sınırını geçmiş ise stok fazlası uyarısı verilir. Belirlenen eşik değeri altındaki tüm taleplerin belirlenen tampon stok ile karşılanacağı garanti edilir, bu seviyenin üzerindeki siparişler ayrıca planlanır. “Spike” adı verilen bu eşik değeri de belirli bir ufuk için bir formül ile hesaplanmaktadır. [60]

TDMİP Nasıl Çalışır?

MİP, öngörülen ihtiyaca göre envanteri sisteme iten bir "itme" tekniği iken, TDMİP farklı şekilde çalışır. TDMİP, talep odaklı bir yaklaşımda malzemeler için "çekme" kullanarak değişkenliği denklemden çıkarır. TDMİP, tahmin doğruluğuna güvenmek ve talep ve arzdaki dalgalanmalar için ara belleğe almak yerine, gerçek kullanımı izler ve basit bir görsel sistem aracılığıyla yenilemeyi yönetir. Tampon envanter, yalnızca stratejik öneme sahip olduğu düşünülen kilit öğelerin kullanılabilirliğini sağlamak için kullanılır. TDMİP kullanımıyla, genel olarak daha az envanter ve daha az eksiklik vardır.

TDMİP, en iyi şekilde “konum, koruma ve çekme” olarak tanımlanabilecek bir metodoloji etrafında yapılandırılmıştır.

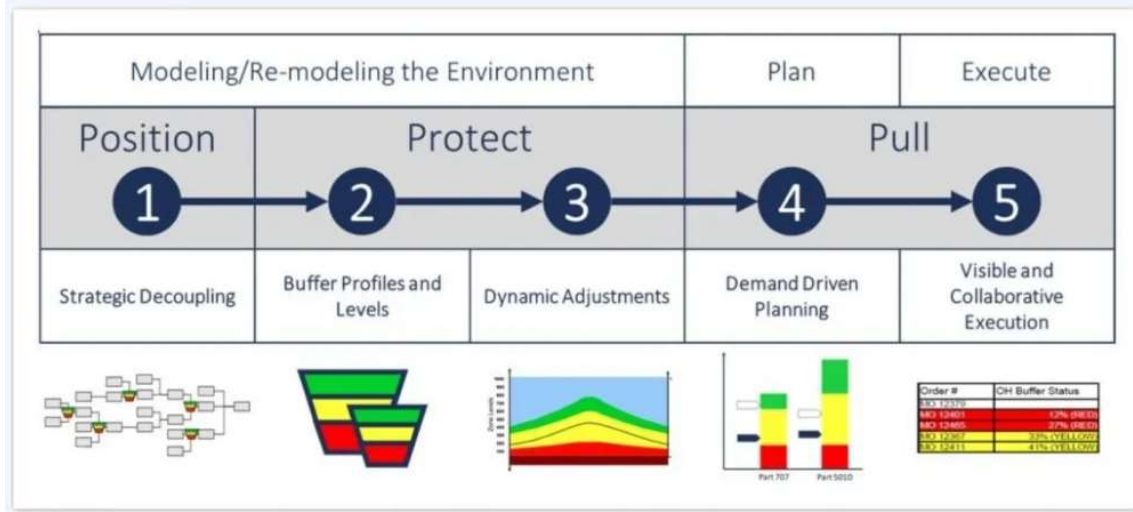


Şekil 16. TDMİP işleminin şeması

- **Konum:** Malzeme listeleri, yapılar içindeki kritik noktalarda stratejik öğeleri (malzemeler veya bileşenler) belirlemek için incelenir. “Kısıtlar” olarak bilinen kritik kaynakların üretim sınırlamalarını belirlediği Kısıtlar Teorisi yönteminin bir uyarlamasında, bu kilit materyaller diğer tüm bileşenlerin üzerinde kontrolün odak noktası olmalıdır.
- **Koruma:** Bu kritik öğelerin kullanılabilirliği, envanterin arabellek olarak kullanılmasıyla da sağlanır. Ancak bu ara stok, ilk MİP planlama formülünün bir parçası olarak dağıtılmaz; bunun yerine, gerektiğinde dinamik olarak yenilenir.

- Çekme: Tampon envanter, envanter seviyelerini sürekli olarak izleyen ve arabelleği belirli bir aralıkta tutmak için görsel ipuçlarını kullanan yenilikçi bir çekme tekniği ile yönetilir. [59]

TDMİP Adımları



Şekil 17. TDMİP Adımları

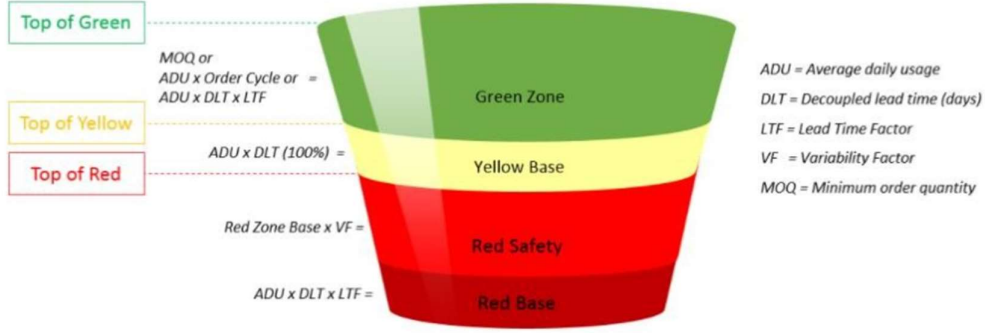
1. Adım: Bunların ilki –belki de en kritik olanı- stratejik envanter konumlandırmadır. Hangi malzemelerin TDMİP ile yönetilmesi gerektiğini belirlemek için yapılır. Bir takım analiz metotları kullanılarak malzemelerin; talep değişkenliği, en uzun tedarik süresi, ürün ağaçlarında kullanım sıklığı ve toplam tüketim içerisindeki kritiklik seviyesi belirlenir. Yapılan bu analiz sonrası ilgili malzemeler TDMİP ile yönetilmek üzere işaretlenir.

2. Adım: tampon seviyelerin hesaplanmasıdır. Mevcut tampon seviyeleri ile yeni hesaplanan tampon seviyeleri karşılaştırılıp, güncelleme yapılabilir veya göz ardı edilebilir.

3. Adım: opsiyonel olmakla birlikte hesaplanan tampon seviyelerin bir tarih aralığında belirli katsayılar kullanılarak düzenlenmesi adıımıdır.

4. Ve 5. Adımlar: tedarik önerilerinin yaratıldığı veya denetlendiği operasyonel adımlardır. Yeniden sipariş seviyesi altında olan veya eşik değerinin üzerinde talepleri bulunan malzemeler için tedarik önerileri oluşturulur veya kırmızı bölgede olan, emniyet stoku altındaki malzemeler için mevcut tedarik önerilerinde termin değişikliği yapılır. [60]

Tampon Stok Seviyelerinin Hesaplanması



Şekil 18. Tampon stok seviyeleri

Yeşil Bölge: Ortalama sipariş sıklığını ve sipariş boyutunu belirler. Yeşil bölgenin hesaplanmasının üç yolu vardır:

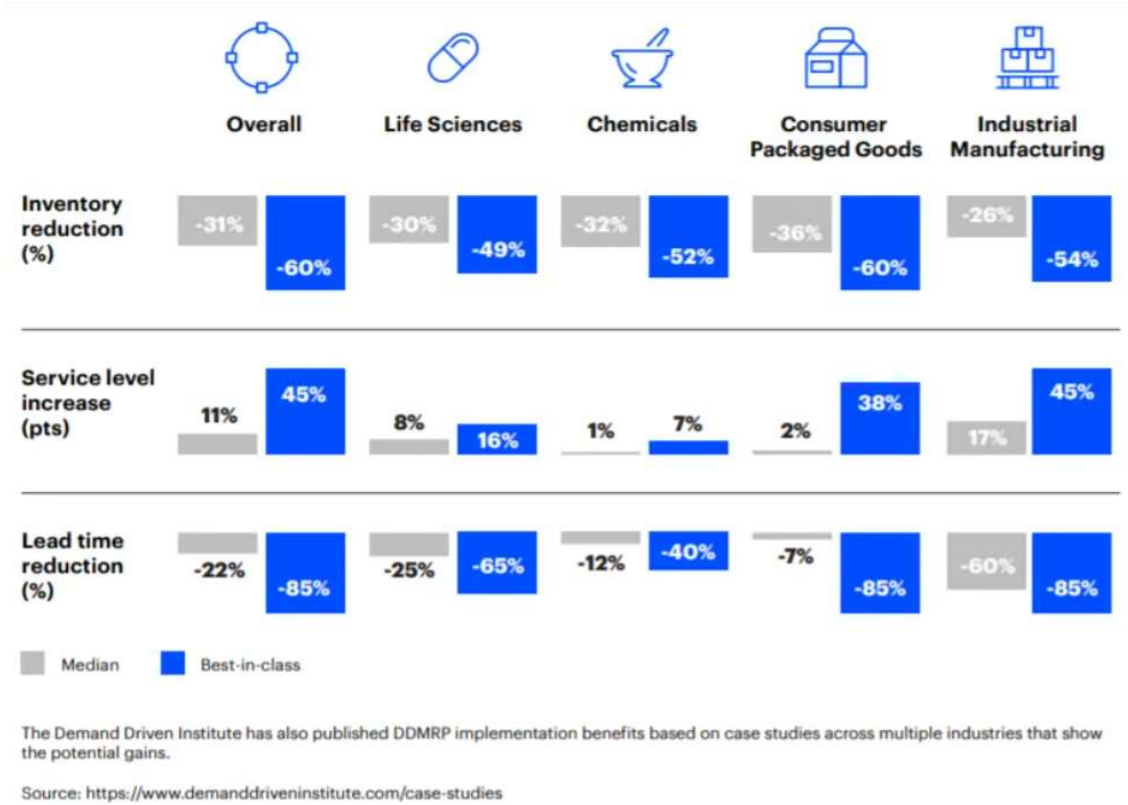
- Minimum sipariş miktarı
- Ortalama günlük tüketim (ADU) sipariş döngüsü ile çarpılır
- Ortalama günlük tüketim (ADU), ayrıştırılan ön süre ve teslim süresi faktörü ile çarpımı ile çarpılır.

Sarı bölge: Stok kapsamı için kullanılır. Ortalama günlük tüketim ile ayrıştırılan ön süresi ile çarpımı olarak hesaplanır.

Kırmızı Bölge: Tampon seviyelerinde güvenli bir bölge oluşturmak için kullanılır. İlk olarak, teslim süresi faktörünü Ortalama günlük tüketim (ADU) ile teslim süresiyle çarparak bir temel seviye oluşturarak hesaplanır. Ardından, tabanı değişkenlik faktörü ile çarpılarak bir emniyet seviyesi hesaplanır. Kırmızı taban ve kırmızı güvenlik, kırmızı bölge seviyesini belirlemek için birlikte eklenir. [61]

TDMİP Kazanımları

TDMİP enstitüsü tarafından paylaşılan bazı istatistiksel verilere göre, uygulandığı işletmelerde envanter hacminde %31-60 arasında azalma, hizmet seviyesinde %11-45 arasında artış ve tedarik sürelerinde %22-85 arasında azalma olduğu görülmektedir. Bu veriler de TDMİP'nin potansiyel kazanımları hakkında önemli bir bilgidir. [60]



Şekil 19. TDMİP kazanımları

Uygulama Alanları

TDMİP metodolojisinin; ürün çeşitliğinin yüksek, üretim hacminin orta veya düşük seviyede seyrettiği, değişken arz ve taleplerin olduğu ve öngörülebilir sipariş terminlerinden daha uzun tedarik süresine sahip ürün veya bileşenlerin olduğu işletmelerde kullanılması tavsiye edilmiştir. [62]

MİP-TDMİP

Tablo 2. MİP ve TDMİP karşılaştırılması

	MİP	TDMİP
Tanım	Malzeme ve kaynak planlama sisteminin önemli bir parçası	Yenilemeyi talebe bağlamak için MİP tabanlı planlamaya isteğe bağlı bir uzantı
Birincil Sürücü	Tahmin (itme) esaslı	Talebe göre gerçek kullanım (çekme) esaslı
Planlama Zaman Çerçevesi	Kümülatif teslim süresinde ve ötesinde tahminler tarafından yönlendirilir	Doğrudan gerçek zamanlı envantere, kullanıma ve talebe göre önceden belirlenmiş stoklama stratejilerine bağlı
İdeal Ortam	Öngörülebilir talep ile istikrarlı	Uçucu ortam
Bağımlılıklar	Tahmin doğruluğu ve istikrar	MİP ve ikmal için görsel kontrol sistemi

3. GERÇEK BİR VAKA UYGULAMASI

Bu çalışmada kullanılan yöntemler aşağıda verilmiştir.

3.1 (s,S) Stok Kontrol Politikası (M,r//S)

(s,S) stok kontrol politikasında stok seviyesinin sürekli gözden geçirilmesi söz konusudur. Bu stok politikasında bulunan s yeniden sipariş noktasını ifade ederken, S ise maksimum sipariş miktarı seviyesi olarak kullanılmaktadır. Eğer stok miktarı yeniden sipariş noktasında (s) ya da altında ise değişken sipariş miktarı kullanılarak sipariş verilir ve stok miktarı maksimum sipariş miktarı seviyesine (S) yükseltilir. Bu modelde s (yeniden sipariş noktası) tedarik süresince oluşan talepten etkilenmektedir.

$$Q_i = \sqrt{\frac{2C_i \times D_i}{C_{Hi}}} \quad (51)$$

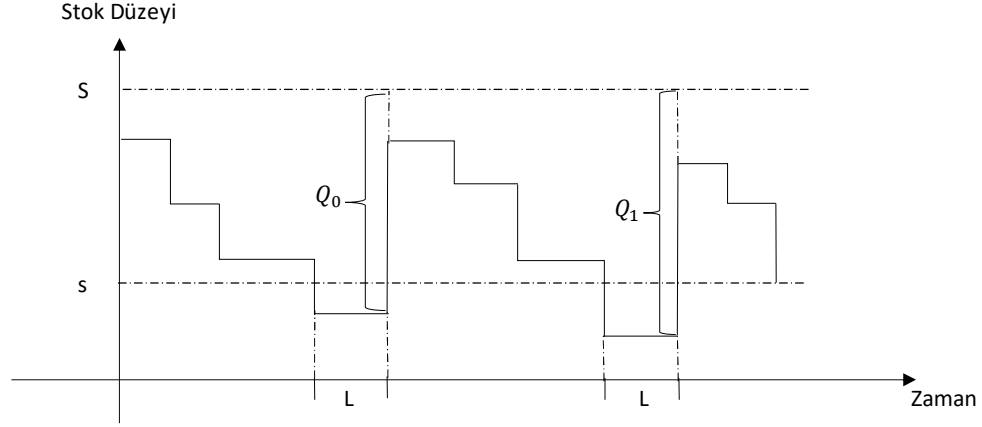
$$R_i = L_i^D + z \times \sigma_D \times \sqrt{L} \quad (52)$$

$$S = s + Q \quad (53)$$

$$TM = \sum_{t=1}^T C_0 + \left(\sum_{t=1}^T \frac{S - I_t}{2} + S_S \right) \times C_h + \sum_{t=1}^T C_h \times \overline{b(r)} \quad (54)$$

S_S : Güvence Stoğu

I_t : t zamanda elde bulunan stok miktarı



Şekil 20. (S,s) politikasında zaman göre stok seviyelerinin değişimi

Şekil 20’de görülebileceği gibi, stok seviyesi yeniden sipariş noktasının (s) altına düştüğünde en yüksek stok seviyesine ulaşmak için gerekli miktar sipariş edilmektedir. Ancak talebin olasılıklı olması nedeniyle Q miktarları değişim göstermektedir. Şekilde de Q_0 ve Q_1 olarak verilen miktarlar, tedarik zamanı (L) içerisinde oluşan talebi karşıladığından dolayı en yüksek nokta (S) stok seviyesi olarak yakalanamamıştır. Bu seviyeyi yakalamak için tedarik sürecinde ya talebin olmaması ya da talebin deterministik olması gerekmektedir. [28]

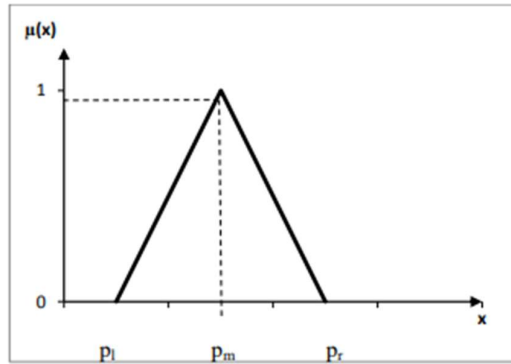
(s,S) stok politikasının (Q,r) stok politikasına bazı benzerlikleri olduğu söylenebilir. Her iki politikada da ne zaman sipariş verileceği yeniden sipariş noktası (s) ile belirlenir. Bu politikalar arasındaki farklılık ne kadar sipariş verileceği konusundadır. (Q,r) politikasında sabit sipariş miktarı (Q)’nın yerini (s,S) politikasındaki maksimum sipariş miktarı seviyesi (S) almaktadır. Yani bu politikanın farkı stok düzeyini (S) seviyesine kadar çıkartma yolunu seçmiş olmasıdır. [49]

3.2 Üçgensel Bulanık Sayılar

Doğrusal olan basit üyelik fonksiyonu nedeniyle genellikle üçgen bulanık sayıların kullanımı tercih edilmektedir. \bar{x} ; en olası değeri, α_l ; sol yayılımı (en olası değer ile en düşük olası değer arasındaki farkı) ve α_r ; sağ yayılımı (en yüksek olası değer ile en olası değer arasındaki farkı) ifade etmek üzere, $\tilde{p} = \text{ÜBS}(\bar{x}; \alpha_l; \alpha_r)$ ile belirtilen üçgen bulanık sayıların üyelik fonksiyonu Denklem (55)'de verilmektedir (Hanss, 2005) [56]:

$$\mu_{\tilde{p}}(x) = \begin{cases} 0 & x \leq \bar{x} - \alpha_l \\ 1 + (x - \bar{x}) / \alpha_l & \text{eğer } \bar{x} - \alpha_l < x < \bar{x} \\ 1 + (x - \bar{x}) / \alpha_r & \bar{x} \leq x < \bar{x} + \alpha_r \\ 0 & x \geq \bar{x} + \alpha_r \end{cases} \quad (55)$$

Üçgen bulanık sayılar L-R tip bulanık sayıların özel hali olduğundan üçgen bulanık sayılar için kullanılan cebirsel işlemler L-R tip bulanık sayılar için kullanılan işlemlerle aynıdır. Üçgen sayıların gösteriminde, yayılımlar yerine üyeliğin gerçekleştiği sınır noktalarının değerlerinin kullanıldığı $\tilde{p} = (\bar{x} - \alpha_l; \bar{x}; \bar{x} + \alpha_r)$ gösterimi de sıkça kullanılmaktadır. Şekil 2'de üyelik fonksiyonu gösterilen $\tilde{p} = (\bar{x} - \alpha_l; \bar{x}; \bar{x} + \alpha_r) = p_l; p_m; p_r$ gösterimindeki üçgen bulanık sayılarla cebirsel işlemler Denklem (56)-(63)'de verilmektedir (Chen ve diğ, 1992):



Şekil 21. Üçgen bulanık sayı üyelik fonksiyonu

Toplama:

$$\tilde{M} \oplus \tilde{N} \cong (m_1 + n_1 \cdot m_m + n_m; m_m + n_r) \quad (56)$$

Çıkarma:

$$\tilde{M} \ominus \tilde{N} \cong (m_1 - n_r \cdot m_m - n_m; m_r - n_1) \quad (57)$$

Çarpma:

$\tilde{M} > 0, \tilde{N} > 0$ iken

$$\tilde{M} \otimes \tilde{N} \cong (m_1 n_r; m_m n_m; m_r n_r) \quad (58)$$

$\tilde{M} < 0, \tilde{N} > 0$ iken

$$\tilde{M} \otimes \tilde{N} \cong (m_1 n_r; m_m n_m; m_r n_1) \quad (59)$$

$\tilde{M} < 0, \tilde{N} < 0$ iken

$$\tilde{M} \otimes \tilde{N} \cong (m_r n_r; m_m n_m; m_1 n_1) \quad (60)$$

Bölme:

$\tilde{M} > 0, \tilde{N} > 0$ iken

$$\tilde{M} \oslash \tilde{N} \cong \left(\frac{m_l}{n_r}; \frac{m_m}{n_m}; \frac{m_r}{n_l} \right) \quad (61)$$

$\tilde{M} < 0, \tilde{N} > 0$ iken

$$\tilde{M} \oslash \tilde{N} \cong \left(\frac{m_r}{n_r}; \frac{m_m}{n_m}; \frac{m_r}{n_l} \right) \quad (62)$$

$\tilde{M} < 0, \tilde{N} < 0$ iken

$$\tilde{M} \oslash \tilde{N} \cong \left(\frac{m_r}{n_l}; \frac{m_m}{n_m}; \frac{m_r}{n_r} \right) \quad (63)$$

3.3 Olasılıksal Üstel Dağılım Yaklaşımı

Üstel dağılım yaşam süresini modellemek için oldukça kullanışlı bir dağılımdır. Eğer X rastgele değişkeni

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\mu} e^{-x/\mu}, & x > 0 \\ 0, & \text{dd} \end{cases} \quad (64)$$

şeklinde bir olasılık yoğunluk fonksiyonuna sahipse X rastgele değişkenine Üstel dağılıma sahip rastgele değişken denir. Burada μ , üstel dağılımın parametresidir.

$X \sim \text{Üstel}(\mu)$ ise X rastgele değişkeninin dağılım fonksiyonu

$$F(x) = \int_0^x f(t)dt = 1 - e^{-x/\mu} \quad (65)$$

olup, beklenen değeri ve varyansı sırasıyla $E(X) = \mu$ ve $V(X) = \mu$ dir [55].

$$TM = C_0 * \frac{D}{Q} + C_h * \frac{Q}{2} + C_s * \frac{D}{Q} * \overline{b(r)} \quad (66)$$

Bu çalışmada KASTAMONU ENTEGRE A.Ş. ile çalışılmıştır ve firmaya uygun bir stok politikası belirlenmiştir. Firma 4 çeşit hammaddesinin (Beyaz Boya, Uv Lak, Siyah Boya ve Uv Lak Son Kat) envanter yönetimi ile ilgili sıkıntı yaşamaktadır. Bu çalışmada literatürde yer alan stok kontrol politikaları incelenmiş ve firmanın geçmiş 5 yıla ait tüketim verileri üzerinde simülasyonlar yapılarak her hammaddeye uygun stok kontrol politikası seçilmiştir.

Beyaz Boya Hammaddesi

Beyaz Boya hammaddesinin tüketim verileri Tablo 3'teki gibidir. Görülmüş olduğu üzere tüketim değerleri birbirine yakın olmayıp değişkendir.

Tablo 3. Beyaz Boya hammaddesinin yıllara göre tüketimleri

2017 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	68704,28
	2	66322,81
	3	89821,34
	4	112883,61
	5	135625,05
	6	110025,60
	7	133512,74
	8	43431,86
	9	62700,71
	10	84629,85
	11	127537,87
	12	92149,65

2018 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	89995,10
	2	88493,00
	3	84825,53
	4	95490,13
	5	83835,46
	6	92737,04
	7	111908,24
	8	49344,00
	9	68493,15
	10	80967,00
	11	101627,66
	12	79474,62

2019 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	70769,24
	2	71816,82
	3	110991,69
	4	115234,06
	5	117331,14
	6	69829,16
	7	105521,21
	8	111900,39
	9	133049,48
	10	117490,23
	11	67252,02
	12	93894,30

2020 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	91443,91
	2	117524,23
	3	154547,48
	4	62465,53
	5	63336,84
	6	60204,90
	7	127550,40
	8	105708,12
	9	68520,81
	10	95879,82
	11	86501,59
	12	131358,14

2021 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	126280,07
	2	127666,79
	3	134660,28
	4	79765,22
	5	36860,50
	6	79797,22
	7	117598,32
	8	138466,52
	9	159587,74
	10	178598,50
	11	148251,50
	12	189428,47

Beyaz Boya hammaddesinin yıllık tüketimlerinin ortalama ve standart sapması Tablo 4'te görülmektedir. Bu değerlere bakılarak varyasyon katsayısı hesaplanmıştır. Varyasyon katsayısının %30'dan büyük olması değişkenliğin yüksek olmasını ifade eder. Stok politikaları içinde bu tanıma en uygun olan S,s politikasıdır.

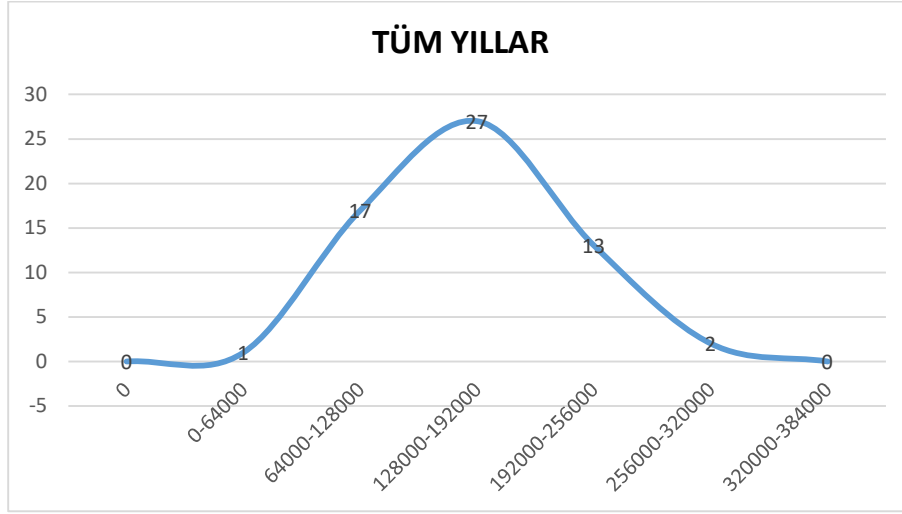
Tablo 4. Beyaz Boya hammaddesinin varyans ve ortalama değerleri

	σ	μ	CoV
2017	48442,64	150312,71	0,3223
2018	25505,68	136958,79	0,1862
2019	36972,59	158010,63	0,2340
2020	49563,93	155338,90	0,3191
2021	69797,50	202261,48	0,3451

	σ	μ	CoV
GENEL	51722,00	160576,50	0,3221

Beyaz Boya hammaddesi için geleneksel stok kontrol politikaları uygulanmıştır ve en uygun stok politikası sürekli gözden geçirmeye dayalı S,s stok politikası olarak seçilmiş ve uygulanmıştır. Aynı zamanda tüketim verilerine regresyon ve holt modeli uygulanmış ve mevsimsel etki görülmemiştir.

İlk olarak Beyaz Boya hammaddesinin tüketimlerine bakılarak hangi dağılıma uygun olduğu saptanmıştır.



Şekil 22. Beyaz Boya hammaddesinin tüketimlerinin dağılımı

Şekil 22’de görüldüğü üzere Beyaz Boya hammaddesinin tüketim verileri Normal Dağılım’a uymaktadır.

Bu hammaddenin tüketim dağılımı normal dağılıma uyduğu için “Optimal Sipariş Miktarı(Q) ve “Yeniden Sipariş Noktası(r)” formülüzasyonu şu şekildedir;

$$Q_i = \sqrt{\frac{2 \times D \times C_0}{C_h}} \quad (67)$$

$$r = \bar{L} \times D + z \times \sqrt{\bar{L} \times \sigma^2 + D \times S_L^2} \quad (68)$$

$$S = Q + r \quad (69)$$

$$C_0 = 72,00 \text{ (PB)}$$

$$C_h = 0,0016 \text{ (PB)}$$

$$L \text{ (yıl)} = 0,07$$

$$S_{L(2018)} = 10,32$$

$$S_{L(2019)} = 11,04$$

$$S_{L(2020)} = 8,54$$

$$S_{L(2021)} = 13,25$$

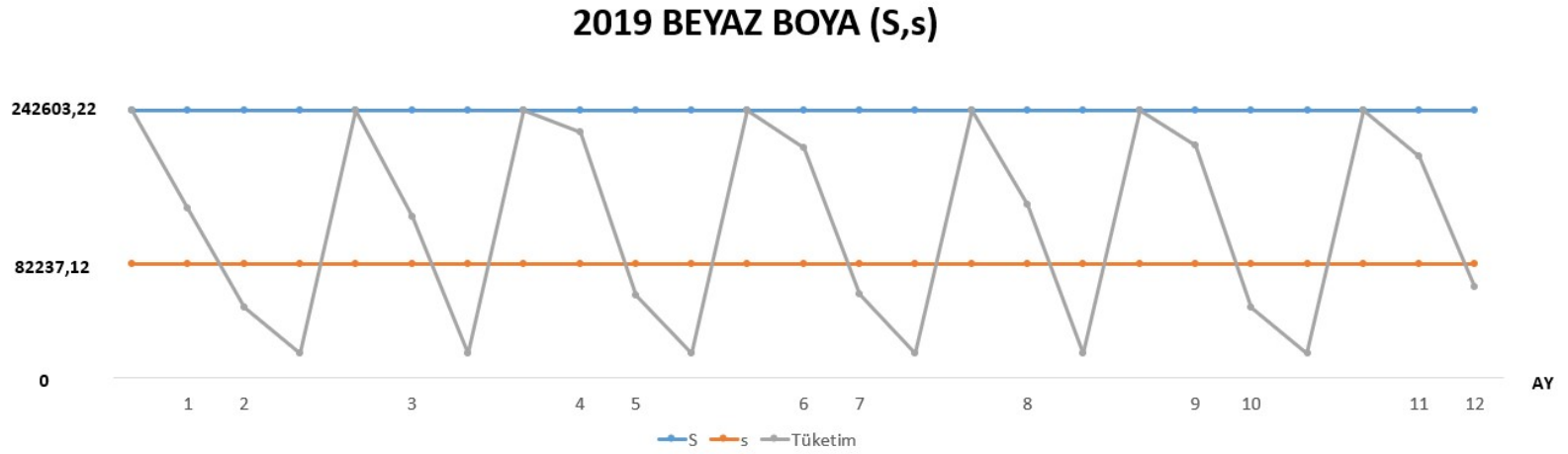
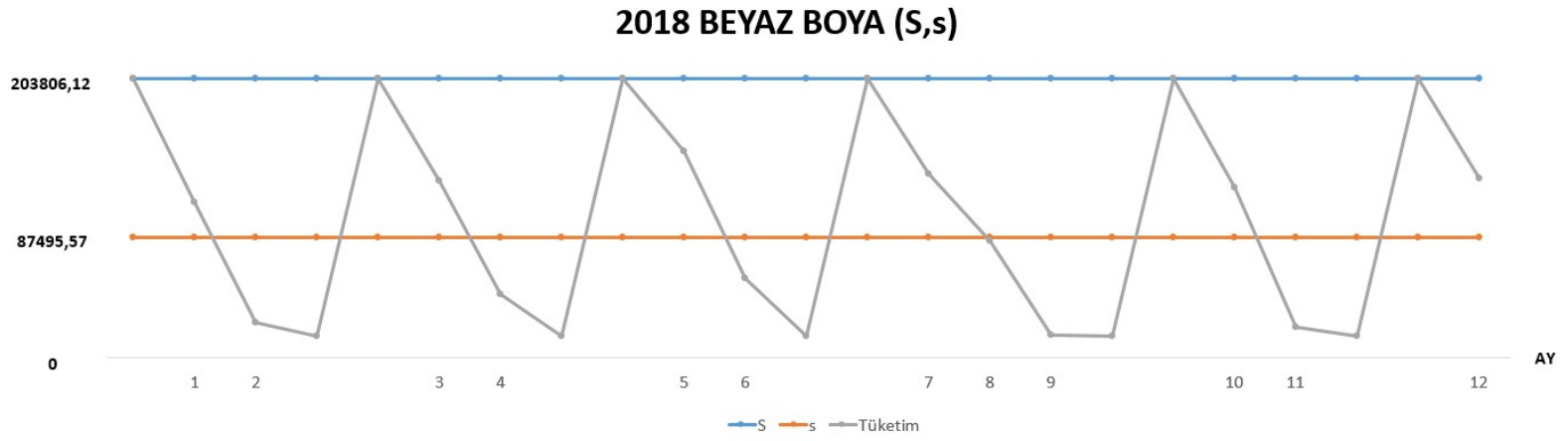
Önce Q ve r değerleri hesaplanır. Daha sonra Q+r ile S değeri hesaplanır. Burada r ile s yeniden sipariş noktasını ifade eder ve değerleri birbirine eşittir. Her yılın ortalaması bir sonraki yılın talebi anlamına gelir ve gelecek yıllar için simüle edilir. Bu şekilde Q ve r değerleri hesaplanmıştır. Burada $z_{0,95} = 1,65$ olarak alınmıştır.

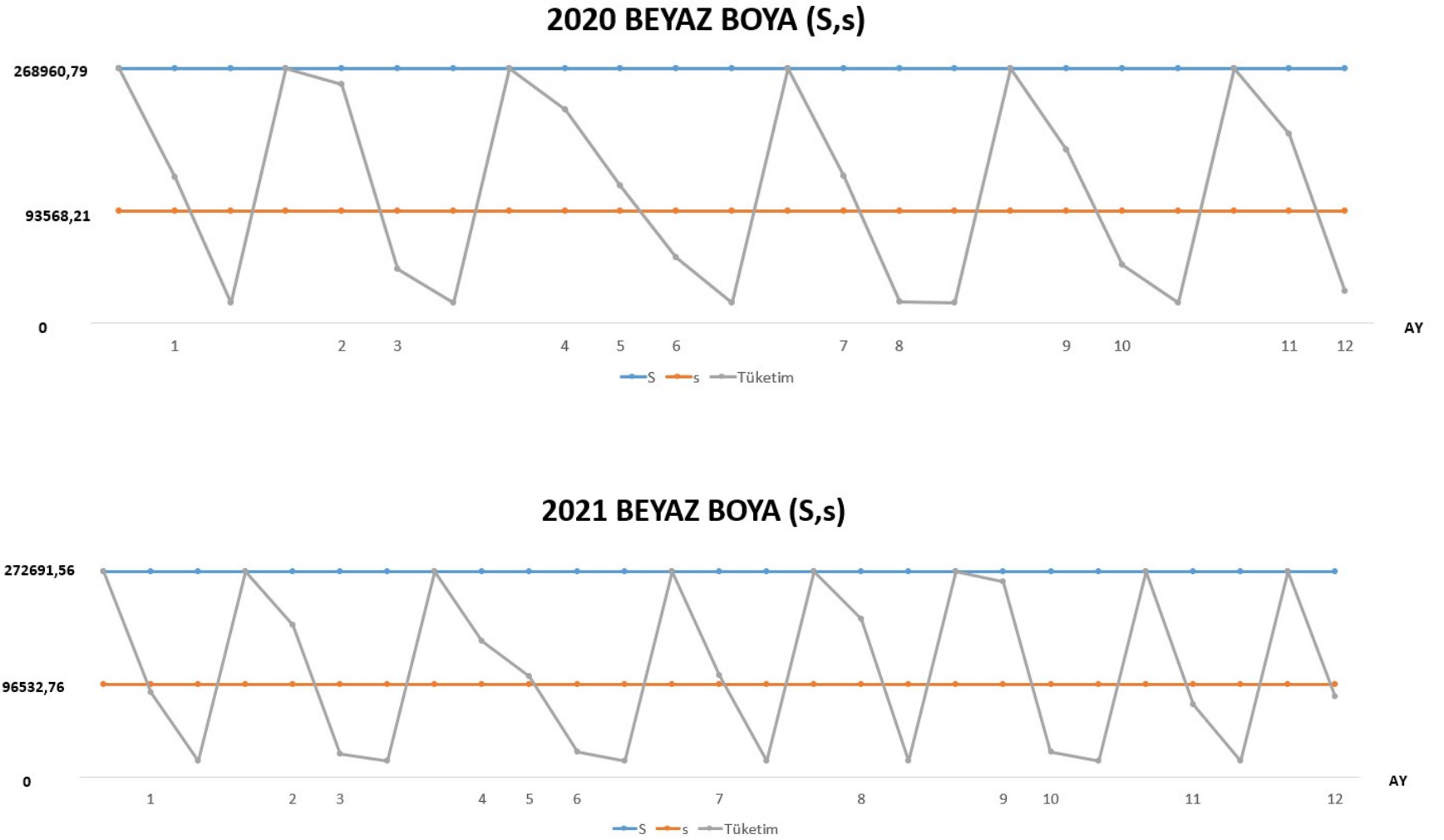
Tablo 5. Beyaz Boya hammaddesinin (Q,r) ve (S,s) değerleri

	Q	r
2018	116310,55	87495,57
2019	111023,83	82237,12
2020	119251,65	93568,21
2021	118239,17	96532,75

	S	s
2018	203806,12	87495,57
2019	193260,95	82237,12
2020	212819,86	93568,21
2021	214771,92	96532,75

Uygulanmış olan S,s politikası sonucunda elde edilen yıllık stok çevrimleri Şekil 23'te verilmiştir.





Şekil 23. Beyaz Boya hammaddesinin yıllara ait S,s politikası grafikleri

Uygulanan politika sonucunda elde edilen stok çevrimleri Şekil 23’te de görüleceği üzere işletme yıl içerisinde hiç stok yokluğuna düşmemektedir. Ancak bazı aylar birden fazla kez sipariş verme söz konusudur.

Toplam Maliyet (54) nolu denklem ile yıllara göre hesaplanmış olup Tablo 6’daki gibidir:

Tablo 6. Beyaz Boya hammaddesinin yıllara ait toplam maliyeti

	TOPLAM MALİYET
2018	28.890.194,85
2019	33.330.725,51
2020	32.767.238,83
2021	42.664.869,86

Uv Lak hammaddesi

Uv Lak hammaddesinin tüketim verileri Tablo 7'deki gibidir. Görülmüş olduğu üzere tüketim değerleri birbirine yakın olmayıp değişkendir.

Tablo 7. Uv Lak hammaddesinin yıllara göre tüketimleri

2017 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	16585,50
	2	14725,17
	3	19222,06
	4	22243,74
	5	22852,22
	6	20663,22
	7	27665,69
	8	10707,90
	9	13936,65
	10	18420,97
	11	28515,76
	12	23858,79

2018 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	21447,76
	2	18972,06
	3	17644,30
	4	20479,30
	5	19758,50
	6	21238,58
	7	23890,75
	8	11403,26
	9	17394,73
	10	18519,69
	11	22980,10
	12	18348,40

2019 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	17234,39
	2	18905,46
	3	26116,95
	4	24559,04
	5	23521,45
	6	15076,61
	7	24018,82
	8	23247,99
	9	29060,21
	10	28063,30
	11	18184,39
	12	23074,12

2020 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	22494,08
	2	27131,67
	3	36571,02
	4	13427,90
	5	16226,91
	6	8027,01
	7	21676,77
	8	21092,92
	9	14883,34
	10	21222,54
	11	18483,02
	12	28110,38

2021 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	32054,90
	2	29261,77
	3	27596,50
	4	17694,96
	5	6864,73
	6	16259,27
	7	24642,68
	8	26527,44
	9	29258,38
	10	28873,38
	11	28721,48
	12	33690,86

Uv Lak hammaddesi için geleneksel stok kontrol politikaları uygulanmıştır ve en uygun stok politikası sürekli gözden geçirmeye dayalı S,s stok politikası olarak seçilmiş ve uygulanmıştır. Aynı zamanda tüketim verilerine regresyon ve holt modeli uygulanmış ve mevsimsel etki görülmemiştir.

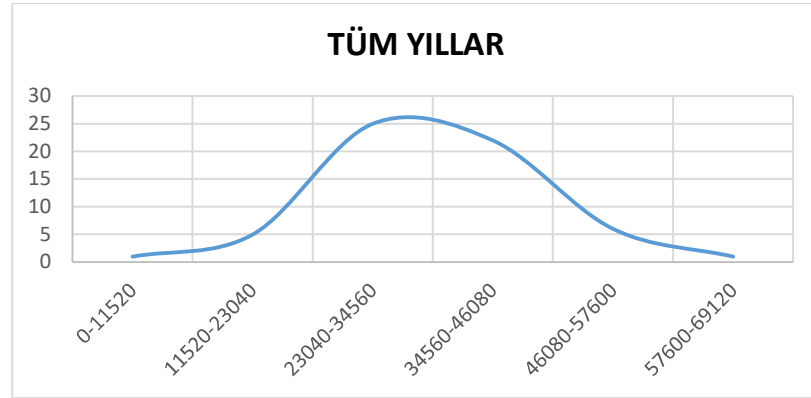
Uv Lak hammaddesinin yıllık tüketimlerinin ortalama ve standart sapması Tablo 8'de görülmektedir. Bu değerlere bakılarak varyasyon katsayısı %28 hesaplanmıştır. Varyasyon katsayısının %28 olması değişkenliğin olduğu anlamına gelir. Diğer stok politikaları nazaran S,s politikası bu değişkenliğe karşı daha rahat cevap vermektedir. Bu nedenle Uv Lak hammaddesi için S,s politikası seçilmiştir.

Tablo 8. Uv Lak hammaddesinin varyans ve ortalama değerleri

	σ	μ	CoV
2017	8702,78	31919,70	0,2726
2018	5171,63	30943,66	0,1671
2019	6988,11	36141,70	0,1934
2020	12059,87	33246,34	0,3627
2021	12376,00	40192,85	0,3079

	σ	μ	CoV
GENEL	9760,63	34488,85	0,2830

İlk olarak Uv Lak hammaddesinin tüketimlerine bakılarak hangi dağılıma uygun olduğu saptanmıştır.



Şekil 24. Uv Lak hammaddesinin tüketimlerinin dağılım grafiği

Şekil 24'te görüldüğü üzere Uv Lak hammaddesinin de tüketim verileri Normal Dağılım'a uymaktadır.

Uv Lak hammaddesinin de tüketimi normal dağılıma uyduğu için formülüzasyonu Beyaz Boya hammaddesinin formülüzasyonu ile aynıdır.

Önce Q ve r değerleri hesaplanır. Daha sonra Q+r ile S değeri hesaplanır. Burada r ile s yeniden sipariş noktasını ifade eder ve değerleri birbirine eşittir. Her yılın ortalaması bir sonraki yılın talebi anlamına gelir ve gelecek yıllar için simüle edilir. Bu şekilde Q ve r değerleri hesaplanmıştır. Burada $z_{0,95} = 1,65$ olarak alınmıştır.

$$C_0 = 128,00 \text{ (PB)}$$

$$Ch = 0,016 \text{ (PB)}$$

$$L \text{ (yıl)} = 0,08$$

$$S_{L(2018)} = 13,23$$

$$S_{L(2019)} = 10,09$$

$$S_{L(2020)} = 9,86$$

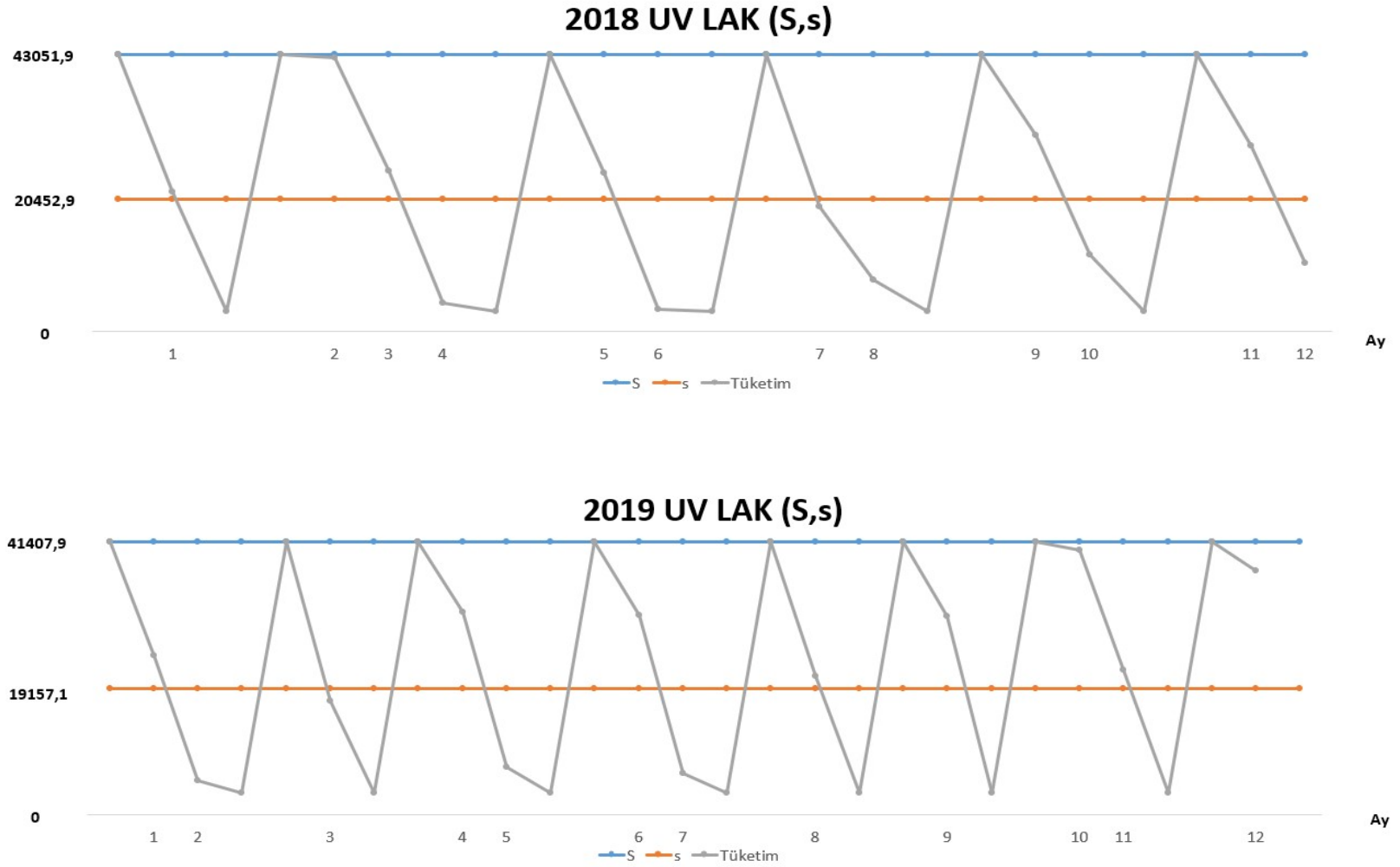
$$S_{L(2021)} = 16,93$$

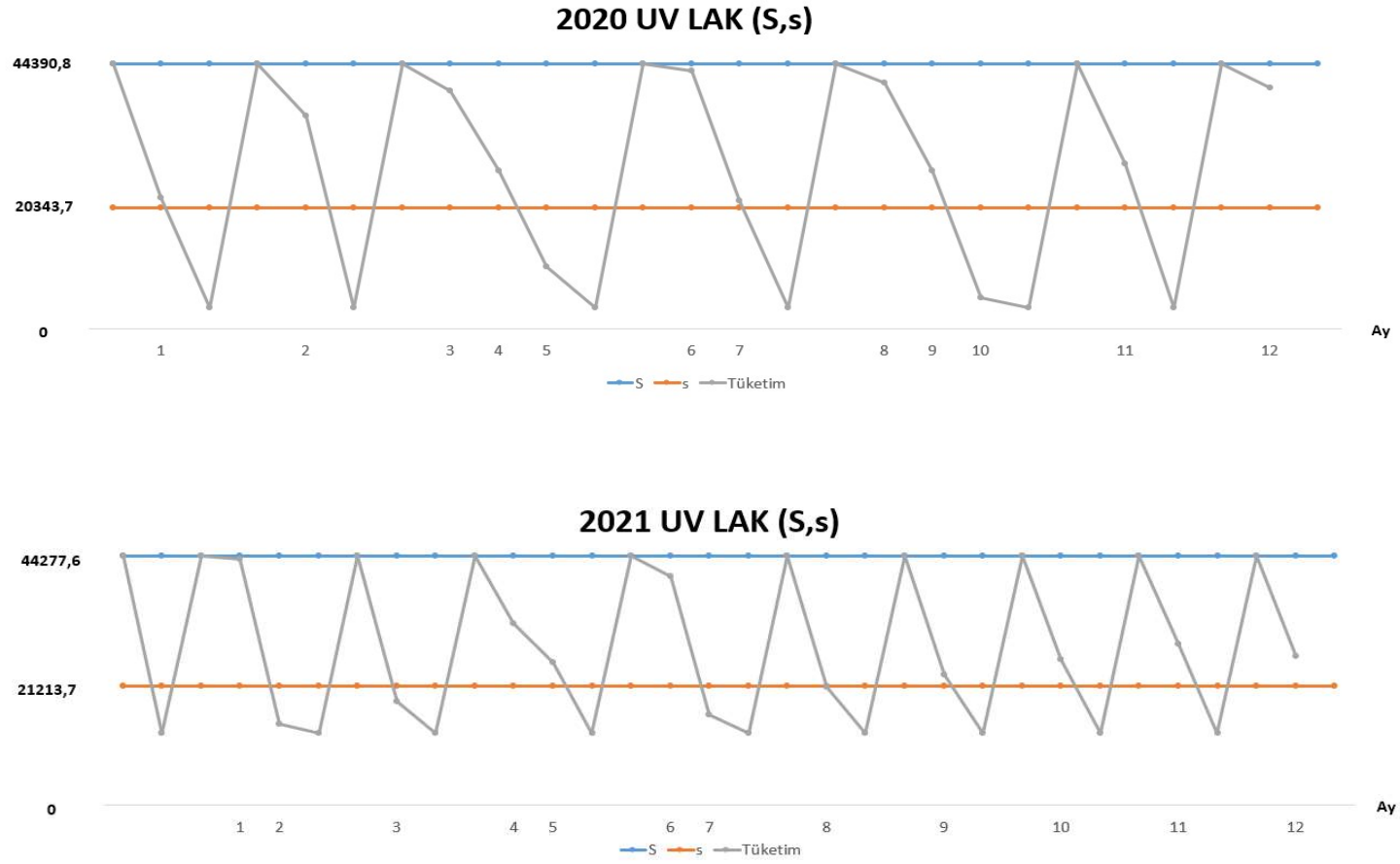
Tablo 9. Uv Lak hammaddesinin Q,r ve S,s değerleri

	Q	r
2018	22599,01	20452,90
2019	22250,81	19157,10
2020	24047,19	20343,70
2021	23063,86	21213,71

	S	s
2018	43051,91	20452,90
2019	41407,91	19157,10
2020	44390,89	20343,70
2021	44277,57	21213,71

Uygulanmış olan S,s politikası sonucunda elde edilen yıllık stok çevrimleri Şekil 25'deki gibidir.





Şekil 25. Uv Lak hammaddesinin yıllara ait S,s politikası grafikleri

Uygulanan politika sonucunda elde edilen yıllık stok çevrimleri Şekil 25’te de görüleceği üzere işletme yıl içerisinde hiç stok yokluğuna düşmemektedir. Ancak bazı aylar birden fazla kez sipariş verme söz konusudur.

Toplam Maliyet (4) nolu denklem ile yıllara göre hesaplanmış olup Tablo 10’daki gibidir:

Tablo 10. Uv Lak hammaddesinin yıllara ait toplam maliyeti

	TOPLAM MALİYET
2018	11.604.773,81
2019	13.553.849,62
2020	12.468.273,81
2021	15.073.054,58

Siyah Boya Hammaddesi

Siyah Boya hammaddesinin tüketim verileri Tablo 11’deki gibidir. Görülmüş olduğu üzere tüketim verileri az sayıdadır.

Tablo 11. Siyah Boya hammaddesinin yıllara göre tüketimleri

2017 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	3180,80
	2	41,21
	3	0,00
	4	0,00
	5	472,00
	6	0,00
	7	0,00
	8	0,00
	9	0,00
	10	0,00
	11	0,00
	12	0,00

2018 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	0,00
	2	0,00
	3	399,58
	4	448,00
	5	0,00
	6	0,00
	7	0,00
	8	0,00
	9	147,20
	10	0,00
	11	0,00
	12	266,44

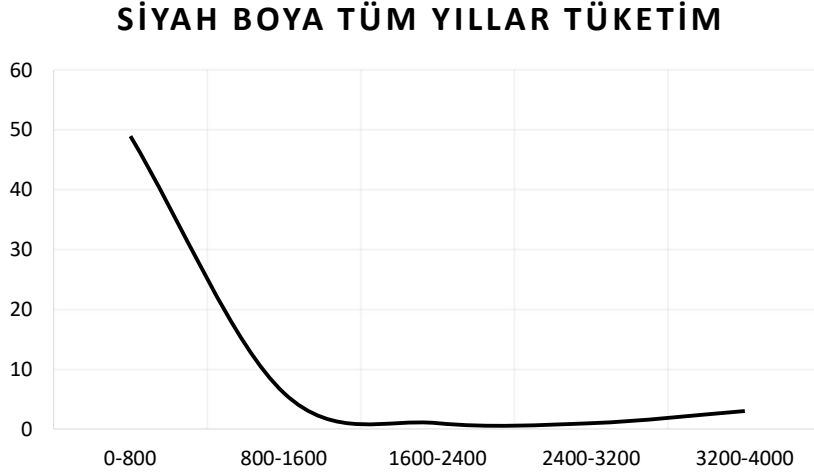
2019 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	0,00
	2	0,00
	3	640,00
	4	280,00
	5	224,00
	6	512,00
	7	0,00
	8	0,00
	9	891,20
	10	336,00
	11	488,00
	12	480,00

2020 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	800,00
	2	1260,80
	3	1283,15
	4	0,00
	5	534,88
	6	188,83
	7	0,00
	8	392,84
	9	272,84
	10	178,08
	11	188,45
	12	1662,07

2021 Yılı Gerçekleşen Tüketim	AY	TÜKETİM
	1	1437,26
	2	320,02
	3	3422,20
	4	1216,69
	5	0,00
	6	3235,95
	7	3982,40
	8	0,00
	9	1244,08
	10	0,00
	11	0,00
	12	0,00

Siyah Boya hammaddesinin aylık tüketimlerinin ortalaması (μ) 507,12 olarak bulunmuştur.

İlk olarak Siyah Boya hammaddesinin dağılımına bakılmıştır.



Şekil 26. Siyah Boya hammaddesinin tüketimlerinin dağılımı

Şekil 26’da görüleceği üzere Siyah Boya hammaddesinin tüketim verileri üstel dağılıma uymaktadır. Üstel dağılım az veri olması durumunda ortaya çıkan bir dağılım çeşididir.

Siyah Boya hammaddesi için olasılıksal bir yaklaşım sunulmuştur. Bu yaklaşımın uygulanmasının sebebi tüketim verilerinin az bulunmasıdır. Geleneksel stok politikaları az veri durumunda uygun sonuçlar vermemektedir. Bundan dolayı bu hammadde üzerinde geleneksel stok politikaları yerine olasılıksal bir yaklaşım üzerine durulmuştur.

Çıkarım yapabilmek için üstel dağılımın olasılık yoğunluk fonksiyonu kullanılmıştır. Formül şu şekildedir.

$$f(t) = \frac{1}{\mu} * e^{-\frac{1}{\mu} * t} \quad (70)$$

Şekil 26’e bakılarak beklenen talep değerlerinin “0,800,1600,2400” olduğu görülmüştür. Beklenen talep değerleri(t) formülde yerine koyulur. Ortalama 507,12 olarak bulunmuştur. Olasılık yoğunluk fonksiyonu formülüne bakılarak gelecek olan talebin t’ den büyük ve t’den küçük olma olasılığı hesaplanmıştır. Örneğin gelecek olan talebin 1600’dan büyük ve küçük olma olasılığı şu şekilde hesaplanır:

Talebin 1600'den büyük olma olasılığını verir.

$$P(t > 1600) = \int_{1600}^{\infty} \frac{1}{508} * e^{-\frac{1}{508}t} dt = -e^{-\frac{1}{508}t}$$

$$P(t > 1600) = e^{-\frac{1600}{508}}$$

Talebin 1600'den küçük olma olasılığını verir.

$$P(t \leq 1600) = \int_0^{1600} \frac{1}{508} * e^{-\frac{1}{508}t} dt = -e^{-\frac{1}{508}t}$$

$$P(t \leq 1600) = 1 - e^{-\frac{1600}{508}}$$

Tüm beklenen talep değerleri için olasılıklar bu şekilde hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Siyah Boya hammaddesinin gelecek olan talep olasılığı

...dan büyük olma olasılığı		...dan küçük olma olasılığı	
0	100%	0	0%
800	21%	800	79%
1600	4%	1600	96%
2400	1%	2400	99%

Tablo 12'ye bakıldığında şu çıkarım elde edilir;

İşletme Siyah Boya hammaddesinden elinde aylık olarak 2400 adet bulundursa %99 olasılıkla stok yokluğuna düşmeden hammaddeyi etkin bir şekilde kullanabilecektir. Aynı şekilde diğer beklenen talep değerleri için de bu çıkarım yapılabilir.

Üstel dağılımla elde tutulan stok miktarlarına göre toplam maliyet Tablo 13'teki gibidir.

Tablo 13. Siyah Boya hammaddesinin toplam maliyeti

Elde Tutulan Stok	TOPLAM MALİYET (TL)
800	187.871,43
1600	100.922,06
2400	42.000,00

Uv Lak Son Kat Hammaddesi

Uv Lak Son Kat hammaddesinin tüm yıllarına bakıldığında ilk 4 yılın tüketim verileri hiç bulunmamaktadır. Sadece 2020 yılının son ayı ve 2021 yılında tüketilmiştir. Ancak 2021 yılı içerisinde de bazı aylarda tüketim yapılmamıştır. Öncelikle tüketim verileri Tablo 14'teki gibidir.

Tablo 14. Uv Lak Son Kat hammaddesinin yıllara göre tüketimleri

YIL	AY	TÜKETİM
2017 Yılı Gerçekleşen Tüketim	1	0
	2	0
	3	0
	4	0
	5	0
	6	0
	7	0
	8	0
	9	0
	10	0
	11	0
	12	0

YIL	AY	TÜKETİM
2018 Yılı Gerçekleşen Tüketim	1	0
	2	0
	3	0
	4	0
	5	0
	6	0
	7	0
	8	0
	9	0
	10	0
	11	0
	12	0

YIL	AY	TÜKETİM
2021 Yılı Gerçekleşen Tüketim	1	0
	2	268,083
	3	164,685
	4	314,995
	5	41,6
	6	220,8
	7	0
	8	0
	9	0
	10	0
	11	100,25
	12	188,557

YIL	AY	TÜKETİM
2019 Yılı Gerçekleşen Tüketim	1	0
	2	0
	3	0
	4	0
	5	0
	6	0
	7	0
	8	0
	9	0
	10	0
	11	0
	12	0

YIL	AY	TÜKETİM
2020 Yılı Gerçekleşen Tüketim	1	0
	2	0
	3	0
	4	0
	5	0
	6	0
	7	0
	8	0
	9	0
	10	0
	11	0
	12	477,03

Tüketimlere bakıldığında elde çok az veri olduğu görülmektedir. Az veri olduğundan dolayı bir olasılık çıkarımı yapmak çok zordur. Bu nedenle bu hammadde için üçgensel bulanık sayılara başvurulmuştur.

Üçgensel bulanık sayılarla çalışırken 1 sayı alt sınır, orta ve üst sınır olmak üzere 3 ayrı sayıya ayrılır.

Tablo 15. Uv Lak Son Kat hammaddesinin üçgensel bulanık sayı değerleri

Tüketimler	Bulanık Sayılar		
	Alt	Orta	Üst
477,03	448,00	478,00	496,00
0,00	0,00	0,00	0,00
268,08	248,00	269,00	280,00
164,68	152,00	165,00	176,00
315,00	296,00	315,00	336,00
41,60	24,00	42,00	64,00
220,80	208,00	221,00	240,00
0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00	0,00
100,25	88,00	101,00	112,00
188,56	168,00	189,00	200,00

Sayılar belirlendikten sonra belirlenen α değeri ile bu sayılar çarpılarak üçgensel bulanık sayılar elde edilir.

$\alpha = 0,9$ olarak alınmıştır. Bu nedenle $\sqrt{\alpha}$ değeri 0,95 olarak bulunmuştur.

Tablo 16. Uv Lak Son Kat hammaddesinin üçgensel bulanık sayı değerleri (α ile çarpılmış hali)

Bulanık Sayılar		
Alt	Orta	Üst
425,01	453,47	470,55
0,00	0,00	0,00
235,27	255,20	265,63
144,20	156,53	166,97
280,81	298,84	318,76
22,77	39,84	60,72
197,33	209,66	227,68
0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00
0,00	0,00	0,00
83,48	95,82	106,25
159,38	179,30	189,74

ORT	193,53	129,90	225,79
------------	--------	--------	--------

GENEL ORT	183,07
------------------	--------

Son olarak üçgensel bulanık sayıların ortalamaları alınır ve işletmenin Uv Lak Son Kat hammaddesi için elinde tutması gereken stok miktarı (aylık) hesaplanmış olur.

Bu çalışmada sonunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Beyaz Boya ve Uv Lak hammaddesi için (S,s) politikasının uygulanmasına karar kılınmıştır.
- Siyah Boya için şirkete elinde tutulması gereken stok miktarı ile ilgili olasılıksal bir yorum yapılmıştır.
- Uv Lak Son Kat için ise üçgensel bulanık sayılar kullanılarak bir stok miktarı hesaplanmıştır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada KASTAMONU ENTEGRE A.Ş.'nin 4 ana hammadresi için uygun stok kontrol politikaları bulunmaya çalışılmıştır. Bu 4 hammaddenin tüketim verileri detaylı olarak incelenerek hangi stok politikaları bu hammaddeler için uygun olduğu gün yüzüne çıkarılmıştır. Beyaz Boya ve Uv Lak hammaddeleri için geleneksel stok kontrol politikaları denenmiş ve en iyi sonucu “Değişken Sipariş Noktalı Gözden Geçirme (S,s)” stok politikasının verdiği görülmüştür. Siyah Boya hammadresi için üstel dağılım olasılık yoğunluk fonksiyonu kullanılarak elde tutulması gereken stok miktarı için olasılıksal bir yaklaşım ortaya konulmuştur. Hangi olasılıkla ne kadar stok tutulmalı bilgisi işletmeye verilerek kendilerini talep değişkenliğine karşı korumaları sağlanmaya çalışılmıştır. Son hammadde olan Uv Lak Son Kat hammadresi için ise yeterli miktarda tüketim verisi olmadığı görülmüş, uygun stok seviyesinin bulunmasında üçgensel bulanık sayılar kullanılmıştır. Kullanılan üçgensel bulanık sayılar sayesinde ortalama bir stok miktarı hesaplanmıştır. Bu 4 hammadde için uygun bulunan stok politikaları geçmiş yılların tüketim verileri üzerinde simüle edilmiş, işletmenin herhangi bir dönemde stok yokluğuna düşmediği gözlemlenmiştir.

Beyaz Boya ve Uv Lak hammaddeleri için uygun görülen stok politikası işletmenin aynı yıllarda bu hammaddeler için kullandığı stok politikaları yerine simüle edildiğinde elde edilen toplam maliyetler Beyaz Boya hammadresi için %20-%35 oranında azalış gösterirken, Uv Lak ve Siyah Boya hammaddeleri için ise %35-%40 oranında azalış göstermiştir.

Bu çalışmada sadece işletme tarafından daha değerli görülen 4 ana hammadde için stok kontrol politikası belirlenmesi üzerinde çalışılmıştır. Fakat uygun parti büyüklüğü belirleme çalışmaları sadece hammadde düzeyinde kalmayıp yarı ve ana mamul düzeyinde de belirlenmesi işletme için daha büyük avantajlar sağlayacaktır. Uygulanan stok kontrol politikaları sonucunda hiç elde bulundurmama maliyeti oluşmamıştır. Fakat tüketim verileri incelendiğinde elde bulundurmama maliyetinin oluştuğu görülmüştür. Bundan dolayı elde bulundurmama maliyeti ile parti büyüklüğü belirleme üzerinde durulabilir. Ayrıca gelecek çalışmalar için stok devir hızı bir kısıt olarak ele alınabilir.

Bu çalışmada, elde az veri bulunması durumunda belirsizlik olduğundan bulanık sayılarla parti büyüklüğü belirlenmeye çalışılmıştır. Ancak bulanık sayılarla çalışıldığında toplam maliyetten bahsetmek zor olabilir. Bu nedenler gelecek çalışmalarda bulanık sayılarla toplam maliyet hesabı yapma araştırma konusu olabilir.

5. ÇALIŞMANIN EVRENSEL VE TOPLUMSAL BOYUTLARI

Yapılan bu tez çalışmasında, işletmenin elde bulundurması gereken optimal stok miktarları hesaplanmış ve stok tutma maliyetleri üzerinde çalışılmıştır. Maliyet kalemlerinden elde bulundurma, elde bulundurmama ve sipariş maliyetleri minimize edilerek işletmenin ekonomik yönden iyileştirilmesi sağlanmıştır. Optimal stok miktarının bulunmasıyla makinelerdeki verimlilik arttırıldığı gibi tampon stok bölgelerindeki ara stok miktarları minimize edilmiştir. Bu sayede işletmede yalınlaşma felsefesi uygulanarak süreç kayıpları da ortadan kaldırılmıştır. Bulunan bulgular sonucunda gelecek olan taleplere karşı koruyucu ve sürdürülebilir bir stok yönetimi geliştirilmiştir.

Dünya çapında tüm işletmeler parti büyüklüğü belirleme problemiyle karşı karşıya kalmaktadır. Bu problemi geleneksel stok kontrol politikalarıyla ya da bağımlı talep yapısına sahip Malzeme İhtiyaç Planlaması (MİP) ile çözüme kavuşturmaktadırlar. Yapılan bu çalışmanın işletmelere evrensel boyutta hem ekonomik hem de sürdürülebilirlik yönünden ışık tutması amaçlanmıştır.

6. GANTT ŞEMASI

Tablo 17. Gannt şeması

[illegible]

7. KAYNAKÇA

- [1] Topal T., Medium, <https://tugcetopal.medium.com/ürün-ağacı-nedir-ürün-ağacı-nasıl-oluşturulur-ürün-ağacı-örneği-a8462ab403fc>, 9 Ocak 2022
- [2] <https://www.kastamonuentegre.com.tr/tr/keas-kurumsal>, Tarihçe, 11 Ocak 2022
- [3] <https://www.kastamonuentegre.com.tr/tr/keas-kurumsal/3/sirket-profil>, Şirket Profili, 11 Ocak 2022
- [4] <https://www.kastamonuentegre.com.tr/tr/keas-kalite>, Kalite Politikamız, 11 Ocak 2021
- [5] Göktürk A. S., ahmetsavasgokturk.com, <https://ahmetsavasgokturk.com.tr/huriye-busra-ozturk/catwoe-analizi/>, 10 Ocak 2022
- [6] Acar E., Wordpress, <https://enginacar.wordpress.com/sorun-cozme-teknikleri/5-neden-analizi/>, 15 Ocak 2022
- [7] Şahin M., Eldemir F., Application of Q-R Policy for Non-smooth Demand in the Aviation Industry, Industrial Engineering in the Industry 4.0 Era, 2017.
- [8] Roman K. R., Zhang R., Carbonneau P., Moore R., Reeves B., Inventory Decisions in Dell's Supply Chain, Informs journal on applied analytics, 2004.
- [9] Dongjie Shen, K.K. Lai, Stephen C.H. Leung, Liang, Modelling and analysis of inventory replenishment for perishable agricultural products with buyer–seller collaboration, International Journal of Systems Science, 2010.
- [10] Hon-Shiang Lau, Amy Hing-Ling Lau, Nonrobustness of the normal approximation of lead-time demand in a (Q, R) system, Naval Research Logistics, 2003.
- [11] P Melchior, R Dekker, M J Kleijn, Inventory rationing in an (s, Q) inventory model with lost sales and two demand classes, Journal of the Operational Research Society, 2000.
- [12] Maqbool Dada, Qiaohai Hu, Financing newsvendor inventory, Operations Research Letters, 2008.

- [13] Chaolin Yang, Sean X. Zhou, Zhenyu Hu, Multilocation Newsvendor Problem: Centralization and Inventory Pooling, *Management Science*, 2020.
- [14] Jan A. Van Mieghem, Nils Rudi, Newsvendor Networks: Inventory Management and Capacity Investment with Discretionary Activities, *Manufacturing & Service Operations Management*, 2002.
- [15] M. Dror, L. A. Guardiola, A. Meca, J. Puerto, Dynamic realization games in newsvendor inventory centralization, *International Journal of Game Theory* volume (page:139-153), 2008.
- [16] Bruce C. Hartman, Moshe Dror, Allocation of gains from inventory centralization in newsvendor environments, *Journal of the Operational Research Society*, 2007.
- [17] James R Evans, An efficient implementation of the Wagner-Whitin algorithm for dynamic lot-sizing, *Journal of Operations Management*, 1985.
- [18] Albert Wagelmans, Stan Van Hoesel, Antoon Kolen, Economic Lot Sizing: An $O(n \log n)$ Algorithm That Runs in Linear Time in the Wagner-Whitin Case, *INFORMS (Operations Research)*, 1992.
- [19] Nahmias, Perishable Inventory Theory: A review, *Operations Research*(680-708), 1982.
- [20] Silver, E. A., Naseraldin, H., Bischak, D., Determining the reorder point and order-up-to-level in a periodic review system so as to achieve a desired fill rate and a desired average time between replenishments, *Operational Research* 60(9), 2009, 1244-1253.
- [21] Ouyang L., Chuang B., A Periodic Review Inventory-Control System with Variable Lead Time, *Information and Management Sciences*, 12(1), 2001, 1-13.
- [22] Tagaras G., Vlachos D., A Periodic Review Inventory System with Emergency Replenishment *Management Science*, 47(3), 2001, 337-491.
- [23] Chiang C., Optimal replenishment for a periodic review inventory system with two supply modes, *European Journal of Operational Research*, 149, 2002, (229–244)
- [24] Madduri, V. S. R., Inventory Policies for perishable products with fixed Shelf Lives, Master Thesis, The Pennsylvania State University The Graduate School Harold and Inge Marcus Department of Industrial and Manufacturing Engineering, Pennsylvania, 2009.

- [25] Akyurt, İ. Z., Önder E., Periyodik opsiyonlu yenileme modeli parametrelerinin simülasyon yardımıyla belirlenmesi, Yönetim ve Ekonomi Araştırma Dergisi, 11, 2009, 46-54.
- [26] Aslan, Ş., Sağlık Sektöründe (S,s) Stok Kontrol Modeli Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, 2015.
- [27] Aslantaş M., Bir Transformatör Firmasında Stok Kontrol Parametrelerinin Simülasyon Tabanlı Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, 2019.
- [28] Yılmaz Ö.F., Bekleyen Sipariş Durumunda Sürekli Gözden Geçirmeye Dayalı Olasılıklı (R,Q) Stok Kontrol Modeli ve Depo Yapısı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2012.
- [29] YILDIZ R., Ekonomik sipariş miktarı modelinin bir üretim işletmesinde belirli bir ürün grubuna yönelik incelenmesi, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, 2015.
- [30] Apilioğulları L., MRP Tabanlı Stok Yönetimleri İçin Talep Değişimine Duyarlı Dinamik Qr Modeli, Çankırı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2020
- [31] Mazzola, J. B., Neebe A.W., Dunn C.V.R., Production Planning Of A Flexible Manufacturing System İn A Material Requirements Planning Environment, International Journal Of Flexible Manufacturing Systems Volume, 1989
- [32] Lee T.S., Adam E.E., Forecasting Error Evaluation in Material Requirements Planning (MRP) Production-Inventory Systems, Management Science, 1986
- [33] Inderfurth K., How To Protect Against Demand And Yield Risks İn MRP Systems, International Journal of Production Economics, 2009
- [34] Ming Y., Houe R., Grabot G., MRP-Based Negotiation İn Customer-Supplier Relationship, IFAC Proceedings Volumes, 2012
- [35] Torunoğlu Y. E., Akın H.K., Güler N., Material Requirement Planning in a Briquette Factory, International Advanced Researches and Engineering Journal, 2017
- [36] Bayard S., Grimaud F., Delorme X., Study Of Buffer Placement Impacts On Demand Driven MRP Performance, IFAC-PapersOnLine

- [37] R. Miclo, F. Fontanili., M. Luras,J. Lamothe B., Milian An Empirical Comparison Of MRPII And Demand-Driven MIP, IFAC-PapersOnLine, 2016
- [38] Kortabarria A., Apaolaza U., Lizarra L., Amorrortu L., Material Management Without Forecasting: From MRP To Demand Driven MIP, Journal of Industrial Engineering and Management, 2018
- [39] Lee C-J., Rim S-C., A Mathematical Safety Stock Model for DDMRP Inventory Replenishment, Hindwai/ Mathematical Problems in Engineering, 2019
- [40] Azzamouri A., Baptiste P., Dessevre G,Pellerin R., Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP): A Systematic Review And Classification, Journal of Industrial Engineering and Management, 2021
- [41] , Shofa M.J., Widyarto W.O., Effective Production, AIP Conference Proceedings, 2017
- [42] Miclo R., Fontanili F., Luras M., Milan B.,Lamothe J., MRP Vs. Demand-Driven MRP: Towards An Objective Comparison, Conference: 2015 International Conference on Industrial Engineering and Systems Management (IESM), 2015
- [43] Miclo R., Fontanili F., Luras M., Melnyk S.A.,Lamothe J., Demand Driven MRP: Assessment Of A New Approach To Materials Management, International Journal of Production Research, 2019
- [44] Kao C. Ve Hsu W., A Single-Period Inventory Model With Fuzzy Demand, Computers & Mathematics with Applications, (2002) 841-848.
- [45] Petrović D. Ve Sweeney E., Fuzzy Knowledge-Based Approach To Treating Uncertainty In Inventory Control, Computer Integrated Manufacturing Systems, (1994) 147-152.
- [46] Björk K., An analytical solution to a fuzzy economic order quantity problem, International Journal of Approximate Reasoning, 50 (2009), 485-493.
- [47] Nihat K., İlker B. ve Banu Y.Ö., Stokastik envanter model kullanılarak iş makinelerinin onarımında kullanılan kritik yedek parçalar için envanter yönetim sistemi oluşturulması, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt/Vol:39, Sayı/No:2, 2010, 310-334, 2010, 310-334.
- [48] Ankara Üniversitesi, Stok Kontrol Yönetimi, Ankara.

- [49] Ellidört, B., Durağan Olmayan (R,S) Tipi Envanter Politikası İçin Bir Hareketli Planlama Ufku Uygulaması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, 2010.
- [50] https://en.wikipedia.org/wiki/Newsvendor_model, Wikipedia, 12 Ocak 2022.
- [51] https://ocw.mit.edu/courses/sloan-school-of-management/15-772j-d-lab-supply-chains-fall-2014/calendar/MIT15_772JF14_Newsboy.pdf, 13 Ocak 2022
- [52] Optimal order sizing for the newsvendor model with discrete demand, <https://www2.isye.gatech.edu/~spyros/courses/IE6201/Spring-14/Discrete-Newsvendor-proof.pdf>, 13 Ocak 2022
- [53] Özçakar, N., Akyurt, İ.Z., Stokastik (R,s,S) ve Stokastik (R,S) Stok Kontrol Politikalarının Poliüretan Sektöründe Markov Karar Süreci Yardımıyla Karşılaştırılması. Yönetim Dergisi, 18(56), 2007, 10-23.
- [54] Koca F., Üretimde Parti Büyüklüğü Belirleme Yöntemleri: Bir Gıda İletmesi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 2011.
- [55] https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/pelin.kasap/126361/Olas%C4%B1%C4%B1k%20ve%20%C4%B0statistik_10_pdf.pdf, (23.05.2022).
- [56] Uçal Sarı İ., Yatırım Analizinde Bulanık Model Önerileri, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, (2012).
- [57] <https://bilisim.com.tr/blog/malzeme-ihtiyac-planlama-MRP-nedir-kullanim-alanlari-nelerdir/>, Bilişim Blog, 12 Ocak 2022.
- [58] <https://www.endustrimuhendisligim.com/MRP-nedir-kapsami-ve-tarihi/>, Endüstri Mühendisleri Platformu, 12 Ocak 2022.
- [59] https://insights.sap.com/what-is-DDMRP/_2SAP, 12 Ocak 2022.
- [60] Levent M., NTT DATA <https://nttdata-solutions.com/tr/>, <https://nttdata-solutions.com/tr/local-blog/TDMİP-ve-tedarik-zinciri-yonetiminde-degis-en-trendler/>, 12 Ocak 2022.
- [61] Gürsoy Ç., LinkedIn, https://www.linkedin.com/pulse/sap-ibp-demand-driven-replenishment-%C3%A7a%C4%9Fr%C4%B1-g%C3%BCrsoy/?originalSubdomain=tr_12, 12 Ocak 2022.

[62] Duman E., IFS, <https://www.ifs.com/tr/news-and-events/newsroom/2020/04/13/ifs-DDMRP-talebe-dayali-malzeme-ihhtiyac-planlamasi/>, 13 Ocak 2022.

ÖZGEÇMİŞ

Tuğçe SONÇAĞ 5 Ağustos 2000 tarihinde Diyarbakır'da doğdu. Lise eğitimini Mehmet Akif Ersoy Anadolu Lisesi'nde (Çorlu/Tekirdağ) tamamladı ve 2018 yılında liseden mezun oldu. 2018 yılı Eylül ayında Karadeniz Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümüne başladı. 2019-2020 yılı içerisinde Portekiz'de Erasmus yaptı. Şu anda lisans eğitimine devam ediyor.

Buket BOZ, 13 Şubat 2000 tarihinde Bursa'da doğdu. 2018 yılında Affan Kitapçıoğlu Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. Lisans eğitimine Karadeniz Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde devam ediyor.

Kübra ŞAHLANAN 24 Nisan 2000 tarihinde Aksaray'da doğdu. Aksaray Abdülhamid Han Fen Lisesi'nden Haziran 2018 tarihinde mezun oldu. Lisans eğitimine Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde devam ediyor.

Ümit Kaan BOZALİ 17 Ocak 2000 tarihinde İstanbul' da doğdu. İlkokulu, ortaokulu ve liseyi Trabzon'da okudu. 2018 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünü okumaya başladı. Orta seviyeye İngilizce biliyor. Okul hayatına Karadeniz Teknik Üniversitesinde lisans öğrenci olarak devam ediyor.